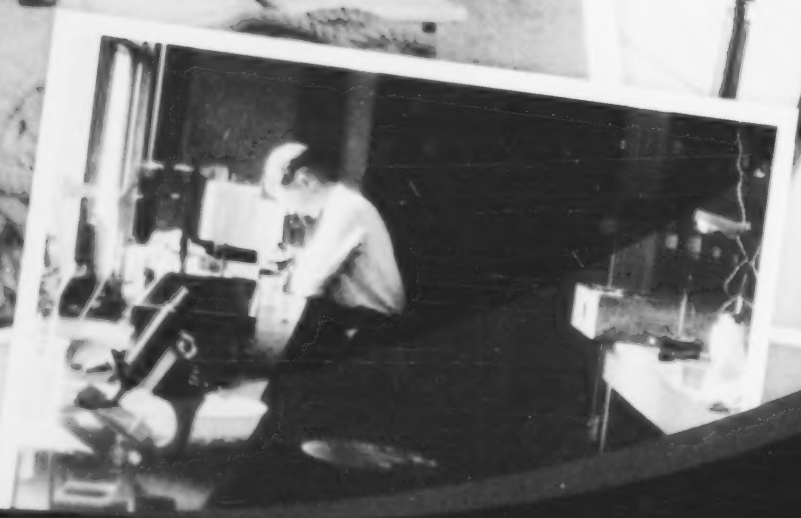
Fisheries and Oceans Canada | Pêches et Océans Canada

100th anniversary of the St. Andrews Biological Station and the Pacific Biological Station

SCIENCE

Annual Report 2008-2009



Canada

Published by:

Fisheries and Oceans Canada
Ottawa, Ontario
K1A 0E6

Science Annual Report 2008-2009

Également disponible en français.

DFO/2010-1643
Cat. No. Fs1-73/2009
ISBN 978-1-100-51025-5
Cat. No. Fs1-73/2009E-PDF
ISBN 978-1-100-14612-6

© Her Majesty the Queen in Right of Canada 2010

The electronic version of this report is available on our website: **www.dfo-mpo.gc.ca/science**

For more information or additional copies of this report, please contact the Communications Branch of Fisheries and Oceans Canada at the address above, or e-mail: **info@dfo-mpo.gc.ca**

Tel.: 613-993-0999
Facsimile: 613-990-1866
TTY: 1-800-465-7735

Permission to Reproduce: Except as otherwise specifically noted, the information in this publication may be reproduced, in part or in whole and by any means, without charge or further permission from Fisheries and Oceans Canada, provided that due diligence is exercised in ensuring the accuracy of the information reproduced; that Fisheries and Oceans Canada is identified as the source of the information; and that the reproduction is not represented as an official version of the information reproduced, nor as having been made in affiliation with, or with the endorsement of, Fisheries and Oceans Canada.

Commercial Redistribution: For permission to reproduce information in this publication for commercial redistribution, please e-mail: **info@dfo-mpo.gc.ca**

Photo Credits:

All images in this report are the copyright property of Fisheries and Oceans Canada, unless otherwise identified. Fisheries and Oceans Canada photographs may be reproduced free of charge and must be credited as to source when reproduced. In the case of images that are not the property of Fisheries and Oceans Canada, the permission of the photographers identified in credits is required to reproduce the photographs and fees may apply.

On the cover, from left to right:

Photographs depicting 100 years of science at the St. Andrew's Biological Station and the Pacific Biological Station: Atlantic Canada - a group of scientists at sea, circa 1915; Pacific Biological Station laboratory, circa 1925-1930; Atlantic oceanographic sampling, circa 1915; Gill netting for squaw fish, Cultus Lake, B.C., 1937.

TABLE OF CONTENTS

Message from the Assistant Deputy Minister of Science 1

Key Accomplishments 2

Section 1: Major Themes of 2008–2009 3

A Century of Marine Research 4

The St. Andrews Biological Station and the Pacific Biological Station Celebrate 100 Years of Operation 4

Climate Change 6

Assessing and Preparing for Emerging Risks and Opportunities 6

Killer Whales and Declining Sea Ice: Did You Know? 8

Section 2: Science that Matters to Canadians 9

Targeted Research 10

Northern Shrimp Survival Strategy Could Backfire if Oceans Warm 10

Ecosystem Research: The Strait of Georgia in a World of Change 11

The Strait of Georgia Then and Now: Did You Know? 12

A Decade of Scientific Research at the Saguenay–St. Lawrence Marine Park 13

Krill: Did You Know? 13

Marine Fish Community Changes in the Southern Gulf of St. Lawrence 14

A Canadian Perspective on Ocean Acidification 14

Ocean Acidification: Did You Know? 15

Hypoxia Assessment in Canadian Marine Waters 16

Fatal Red Tide in the St. Lawrence Estuary 16

CSI-like Techniques and Fish Otoliths Resolve Life History Mysteries 17

Innovative Bluefin Tuna Research Aids International Stock Management 18

First Nations Collaboration Aids in Tracking Endangered Inner Bay of Fundy Salmon 19

Blending Aboriginal and Scientific Knowledge to Explore First Nations Clam Gardens 20

Wharves and Breakwaters: Did You Know? 20

Experimental Lakes Celebrates 40 Years of Whole-Ecosystem Research 21

Monitoring 22

State-of-the-Art System for the Prediction of Atmosphere, Ocean and Ice Conditions 22

Three Decades of Fisheries Data Reveal Climatic Trigger for Changing Fish Distribution 22

Argo Floats Contribute to Labrador Sea Monitoring 23

Ecosystem Research Probes the Lower Food Web in the Beaufort Sea 24

DFO Contributes to Arctic Biodiversity Assessment ... 25
Exploring the Diversity of Deepwater Ciscoes ... 26
Four-hundredth Mission to the Rimouski Monitoring Station: Hypoxia and Acidification Observed in the Gulf of St. Lawrence ... 26
Tracking Striped Bass in the Southern Gulf of St. Lawrence ... 27
Probing Winter Waters to Assess Fish Stocks ... 28
Advice ... 28
Sustainable Fisheries Framework Finalized ... 29
Assessing the Status of Atlantic Cod Stocks ... 29
DNA Markers Aid in Mussel Seed Stock Evaluation ... 30
Regulatory Research on Ecosystem Interactions with Shellfish Aquaculture ... 31
A Well of Expertise in Aquaculture Systems ... 31
Hydrographic Surveys Highlight Diversity of Applications ... 32
Hydrographers Support New Small Craft Harbours Project in Pangnirtung ... 33
Activities in Support of Species at Risk ... 33
Management of Data and Information ... 34
Real-Time Ocean Data Collection Nearly Doubles ... 34
BioChem Archives: Did You Know? ... 34
Data Products and Services ... 35
Modernizing the Delivery of Navigation Products ... 35
Kitimat: New Charts Aid Navigation for West Coast Port ... 36
Canadian Hydrographic Conference 2008 ... 36
Strategic Science Outreach ... 36
Section 3: Recognizing Excellence ... 37
Awards ... 38

MESSAGE FROM THE ASSISTANT DEPUTY MINISTER OF SCIENCE

In the midst of new and innovative research initiatives and ongoing monitoring programs, this year the Science Sector of Fisheries and Oceans Canada (DFO) also reflected on its roots as both the St. Andrews Biological Station (SABS) and the Pacific Biological Station (PBS) marked 100th anniversaries. The stations have long served as focal points for fisheries and aquatic research on Canada's east and west coasts.

Today, DFO Science carries on the tradition of world-class research that began at SABS and PBS, refining our research program to ensure its relevance and effectiveness for addressing the department's mandate and its responsiveness to departmental and government-wide priorities. We are now well into our *Five-Year Research Agenda, 2007-2012*, which takes an ecosystem approach to 10 research priorities. At the same time there is built-in flexibility to respond to new priorities, challenges and opportunities.

This report details work carried out in 2008-2009 centred around the five key functions of DFO Science: research, monitoring, data and information management, scientific advice, and products and services. Balancing these five areas is key to an effective science program, as is fostering partnerships and collaborations to enhance the program's capacity. As this report illustrates, our scientists are involved in a broad range of regional and national partnerships and collaborations involving universities, municipalities, landowners, First Nations communities and conservation groups, among others. DFO Science also has leading and contributing roles in many international research initiatives such as IndiSeas and the Arctic Biodiversity Assessment. These collaborations foster knowledge sharing that benefits fisheries and aquatic issues at the regional, national and international levels.

In our efforts to make the Science program both effective and affordable, DFO Science is also working to maximize the integration of research activities. This is evident in the synergy between our oceanographic monitoring programs, the Climate Change Science Initiative, the regional Ecosystem Research Initiatives and the Centres of Expertise (COEs). The formation of several virtual research COEs has also enhanced collaboration, reduced duplication and provided a single point of co...act for many research needs.

Scientific data and information alone are not enough, however. We also continually strive to ensure that scientific advice is considered in policy development and decision-making, and that Canadians are informed of the information, products and services that are available to them as a result of our activities.

When this report is published, I will be in my new role as Assistant Director-General and Executive Secretary of the Intergovernmental Oceanographic Commission. Member states of this international UNESCO organization co-operate in research, monitoring, observation systems, hazard mitigation and capacity development to foster sustainable development and protection of the marine environment. Canada is an important member of the IOC and I look forward to working with my many exceptional DFO colleagues in my new role.

Wendy Watson-Wright, Ph.D.
Assistant Deputy Minister
Science Sector, Fisheries and Oceans Canada

KEY ACCOMPLISHMENTS

- Celebrated the 100th anniversaries of the permanent St. Andrews Biological Station (SABS) on Canada's east coast and the Pacific Biological Station (PBS) on the west coast.
- Established the Climate Change Science Initiative to improve climate change predictions in Canadian waters and our understanding of the impacts on aquatic ecosystems, anticipate emerging issues, and identify the potential socio-economic effects of climate change and variability.
- Launched the Canadian Coupled Atmosphere-Ocean-Ice Forecast System, in collaboration with Environment Canada, to improve the prediction of atmosphere, ocean and ice conditions in the Gulf of St. Lawrence.
- Conducted hydrographic surveys from coast to coast to coast to gather data for the Canadian Hydrographic Service's charting program as well as to provide support for programs of federal departments and agencies. This included the completion of hydrographic field activities in Pangnirtung, Nunavut, to provide critical base mapping in support of the department's Small Craft Harbours Program to design and construct the best possible harbour infrastructure for the community.
- The Canadian Hydrographic Conference was held in Victoria, B.C., in May 2008.
- Carried out innovative research projects on bluefin tuna stocks that have influenced the management of this highly migratory species both in Canada and internationally.
- Embarked on seven Ecosystem Research Initiatives (ERIs) to address regional research priorities and to develop and test tools required to manage human activities within Canada's aquatic ecosystems.
- Carried out research on the natural variability and risks of ocean acidification on Canadian marine ecosystems and fisheries.
- Undertook an assessment of hypoxia (low oxygen) in Canada's marine waters, which will help interpret changes in the distribution of some fish species.
- Contributed to the international IndiSeas project, which aims to select the most ecologically significant, measureable indicators to assess the status and health of 19 fished marine ecosystems around the world.
- Completed an assessment of the status of five managed Atlantic cod populations to provide advice toward the development and adoption of fishery management plans for 2009.
- Contributed to the preparation of species status reports for the Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada (COSEWIC), and the development of several Government of Canada Species-at-Risk policies and guidelines, including guidelines for the identification of critical habitat.
- Improved the delivery of hydrographic data and navigation products to mariners and the scientific community through the digital products and licensing program of the Canadian Hydrographic Service by: expanding the number of products delivered by print-on-demand; adding a new CD of Arctic electronic navigational charts (ENCs) and a new CD of Arctic raster navigations charts (RNCs) to the existing suite; and developing a system to enable registered users to download updates, new editions and new charts.

SECTION 1 | Major Themes of 2008-2009

In 1945, Jack McConnell lowered an Ekman dredge into Lakelse Lake, B.C. to sample sediment. Similar dredges are still used to sample soft bottomed aquatic environments.

Photographer: Fred Withler. Photo from the Pacific Biological Station Scientific Archives.

When the Pacific Biological Station opened in the spring of 1908, it served as a base for marine biologists, field naturalists, and university and volunteer researchers.

A CENTURY OF MARINE RESEARCH

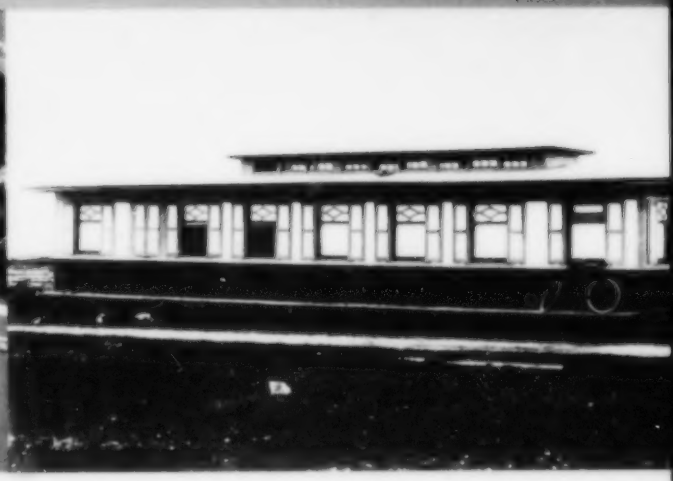
The St. Andrews Biological Station and the Pacific Biological Station Celebrate 100 Years of Operation

The year 2008 marked the 100th anniversary of the permanent St. Andrews Biological Station (SABS) on Canada's east coast and the Pacific Biological Station (PBS) on the west coast. Established in 1908, the stations have grown dramatically since then and the research has evolved with new knowledge and technologies.

Situated in Nanaimo, B.C., PBS is the focal point for fisheries and aquatic research on the west coast. During the early years, the station served as a base for a wide range of researchers including marine biologists, field naturalists, university scientists and volunteer researchers. Its first curator, the Rev. George W. Taylor, was a self-taught field naturalist who insisted on scientific rigor "to do meticulous painstaking research; to document it carefully; to share the results of the investigation with others." His approach helped establish the station's reputation for world-class, groundbreaking fisheries research.

Photos: DFO

The current station (right) attracted a crowd for its anniversary celebrations, including many young visitors who were drawn to the touch tanks with a variety of marine life from nearby waters (far right).



The St. Andrews Biological Station (right) has grown into a world-class research station since its humble beginnings as a portable marine laboratory (far right) in 1899. In 2008, the station marked 100 years of operation since a permanent station opened in St. Andrews, N.B., in May 1908.

In the mid-1920s, PBS embarked on investigations into practical fishing problems and hired permanent scientific staff. The facilities, staff and programs grew quickly in response to demands for answers to domestic and international fisheries challenges. In 1962, the new research vessel *G.B. Reed* expanded the research range into the high seas to undertake investigations of ocean migrations and residence for groundfish, hake and salmon. Today, more than 250 PBS researchers and support staff continue the tradition of excellence, carrying out research programs encompassing stock assessment and management advice for all fish and marine mammal species, aquaculture, marine environment and habitat science, ocean science and productivity. For more information on PBS: **www.pac.dfo-mpo.gc.ca/sci/pbs/**

Established in Brandy Cove in St. Andrews, N.B., SABS became the first permanent marine research station on Canada's Atlantic Coast. Research on fisheries, the environment, oceanography and aquaculture has dominated the station's history. Early research at SABS explored improvements in fishing gear technology and methods for handling, processing and transporting fisheries products; identification of flora and fauna; commercially important species; and oceanography in the Bay of Fundy and other Atlantic Canadian waters. SABS scientists gained considerable expertise in each of these fields and pioneered conservation practices, fishing regulations, and fishing survey and assessment methods.

SABS has evolved into a federal research institute with 80 employees, continuing a tradition of collaborating with researchers at other federal and provincial institutions, universities and private institutions to provide advice on the responsible management of harvested and cultured marine resources. Its multidisciplinary research programs explore aquaculture and biological interactions including research on the aquaculture of salmon, the development of new finfish and shellfish species for culture; oceanography and environmental issues; coastal oceanography; and population ecology including transboundary stocks and species at risk. For more information on SABS: **www.mar.dfo-mpo.gc.ca/sabs/** and **www.mar.dfo-mpo.gc.ca/sabs/SABS-SBSA/SABS_History-eng.html**

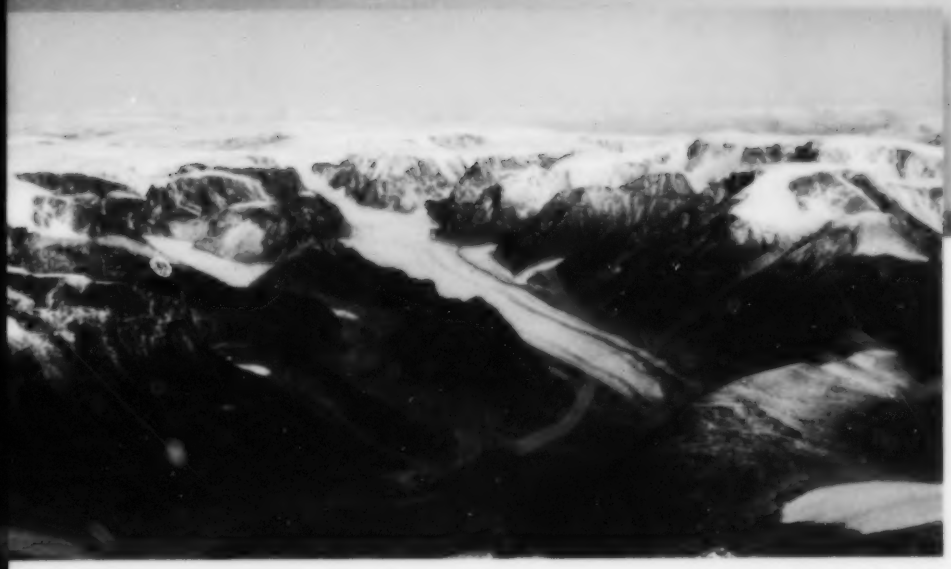


Photo: DFO, Leah Hartwig

A receding glacier in Pangnirtung Fiord as seen from the air in September 2009. Melting glaciers and the expansion of seawater as it warms are expected to contribute to a rise in the average global sea level of between 18 and 59 centimetres by the year 2100.

CLIMATE CHANGE

Assessing and Preparing for Emerging Risks and Opportunities

The oceans regulate the Earth's climate through their interactions with the atmosphere and are a key factor in all aspects of climate change. With the world's longest coastline bordering three oceans, Canada has a vested interest in understanding the role oceans play in the global climate and the impacts of climate change on both marine and freshwater ecosystems. Some of those impacts are already apparent, including declining sea ice, changes in the distribution of fish and marine mammals, and associated impacts on traditional Inuit subsistence culture.

Climate change is expected to have a bearing on many aspects of DFO's mandate, including habitat and fisheries management, species at risk, small craft harbours, and maritime safety and security. Understanding and assessing the emerging risks and opportunities of projected impacts and preparing appropriately are departmental priorities. While the risks to marine ecosystems and physical infrastructure are unmistakable, the department must also be poised to respond to opportunities such as those caused by regional shifts in fisheries productivity.

In 2008, DFO established the national Climate Change Science Initiative (CCSI) to: improve our predictions of climate change in Canadian waters (both marine and fresh) and our understanding of the potential impacts on aquatic ecosystems; anticipate emerging issues that have not been adequately researched; and identify the potential socio-economic effects of climate change and variability on Canadians and the global community. The projects encompass three central themes:

- understanding the role of oceans in regional climates to better predict and manage future impacts. Initial prediction and scenario projects focus on the development of regional ocean climate models and climate change scenarios for the Atlantic and Pacific coasts;
- assessing impacts and vulnerabilities of climate change on ecosystem composition, structure and function; and
- investigating emerging issues that affect ecosystem health, including hypoxia (low oxygen) and acidification.

One project underway is the development of regional ocean climate computer models and scenarios for Atlantic Canada. The response of the Northwest Atlantic to climate change is particularly complex due to the competing influences of Arctic outflows, continental run-off, sea ice, the Labrador Current and Gulf Stream, and continental and subtropical air masses. To identify ocean climate changes and their impacts, the team is using regional ice-ocean and plankton models in conjunction with regional knowledge and larger-scale scenarios of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). This project, which focuses on

Photo: DFO, Dave McKinnon

Seals haul out on drifting pack ice off the coast of southern Labrador. Climate change is threatening this critical habitat where ice-breeding seals pup and nurse their young.

the shelf system from the Gulf of St. Lawrence to the Gulf of Maine, will provide a basis for addressing various climate change issues as more information becomes available from global climate models.

CCSI data are being integrated into research carried out by seven Ecosystem Research Initiatives (ERIs) that are now underway across the country. By including climate change and variability, this knowledge will aid in understanding how climate may affect fish populations and community productivity and assist in the development of ecosystem management and adaptations strategies.

One ERI team, for example, is examining the biological components and their interactions with the physical environment of the Strait of Georgia. To address climate change, the team is developing a regional model that will reflect the anticipated local changes due to global climate variability. Coastal wind patterns from 18 global climate model simulations over the 21st century have been examined as have coastal freshwater and atmospheric influx through multi-decade time series of river discharge and wind measurement from offshore weather buoys.

In addition, DFO's ongoing ocean observation programs increase our capacity to assess, predict and mitigate climate change and variability in aquatic ecosystems through the collection of comprehensive, integrated multidisciplinary data. This information is complemented by data accessed through the department's participation in a world-wide network of ocean monitoring systems that aid in global climate change detection.

Climate change research is also supported by some of DFO's Centres of Expertise, including the National Centre for Arctic Aquatic Research Excellence, the Centre of Expertise in Marine Mammalogy and the Centre for Ocean Model Development for Applications (COMDA). Large-scale atmosphere-ocean-ice coupled computer models being developed under the auspices of COMDA will help keep Canada at the forefront of international ocean-climate research.

Photo: DFO, Tony Joyce

Aboard the CCGS *Hudson*, personnel from the Bedford Institute of Oceanography and the Canadian Coast Guard prepare to deploy an oceanographic mooring to monitor temperature, salinity and currents in the Orphan Basin, a deep-water area off the northeast coast of Newfoundland. The data collected contributed to ocean climate studies in the Northwest Atlantic.

In the Eastern Beaufort Sea, Arctic research technician John Jorgenson of DFO's Freshwater Institute in Winnipeg dives with a slurp-gun to sample ice algae from the underside of the ice. Researchers are exploring ice algae as part of the International Polar Year (2007-2009) Circumpolar Flaw Lead study. Scientists hypothesize that the timing and duration of ice-algae production will serve as a strong ecological indicator for the polar marine ecosystem in the face of a rapidly changing ice environment. The research was carried out in collaboration with the Institut des Sciences de la Mer of Université du Québec à Rimouski.

Photo: DFO, Jeremy Stewart

Our scientists and other staff also collaborate in many national and international climate change science initiatives, including International Polar Year (IPY), which explored the impacts of climate change in the Arctic. Six major research projects led by DFO Science for IPY (March 2007-March 2009), as well as collaborations on other IPY projects, are deepening our understanding of polar processes and their global linkages, and increasing our ability to detect change

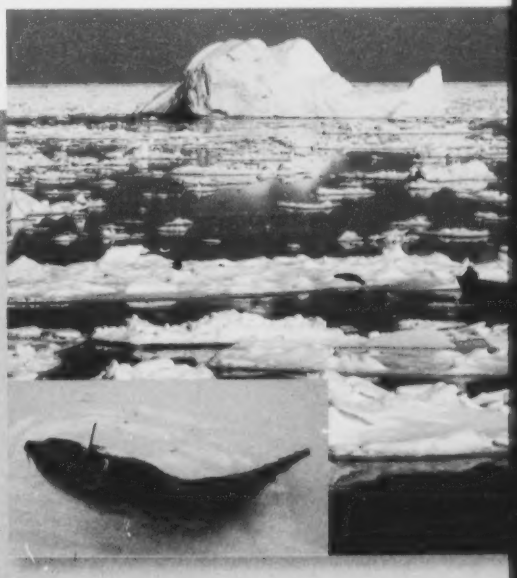
DFO scientists are making immense contributions to evidence-based policy on climate change and to the public's understanding of climate change in general. Their contributions of peer-reviewed science and as leading and contributing authors to various international Arctic climate assessment reports, including the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), have helped generate a global shift in attitude about climate change. Canada's North is on the front line of climate change, and nowhere else are the effects and stakes of failing to adapt so high.

Did you know?

KILLER WHALES AND DECLINING SEA ICE

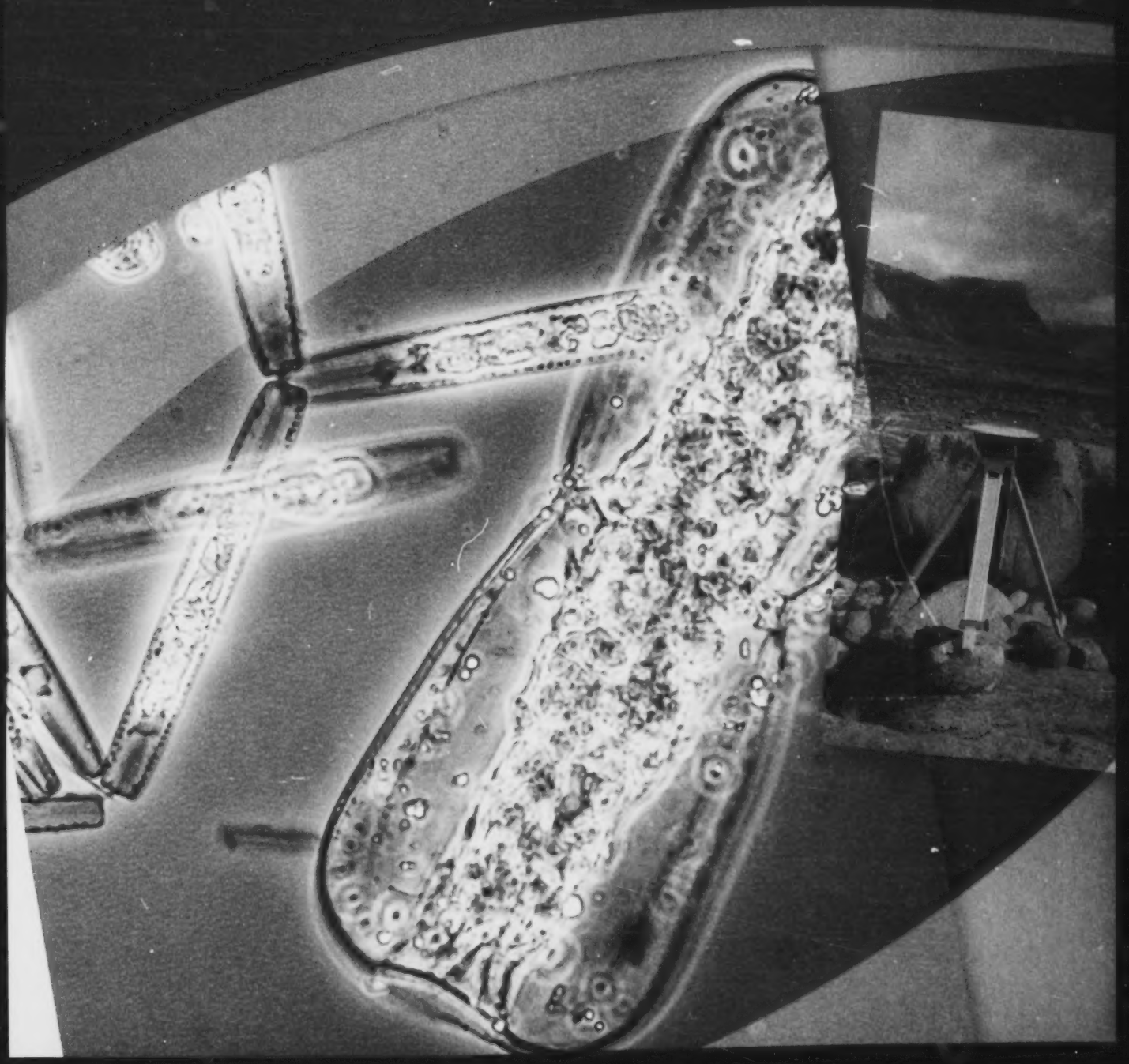
Killer whales generally try to avoid regions with sea ice because it can injure their large dorsal fins and they are inexperienced in how to avoid becoming entrapped in it. As sea ice declines, however, killer whales are becoming more common in areas where they were once rarely seen. In the greater Hudson Bay region, Inuit hunters and elders who are collaborating on the DFO-led Global Warming and Arctic Marine Mammals project report an increased presence of killer whales as sea ice declines. This has caused concerns that killer whales may eventually replace Inuit hunters as the top predator and erode the Inuit's traditional subsistence culture.

Photo: DFO, Dave McKinnon; Garry Stenson (inset).



Using epoxy glue, scientists attach satellite tags to harp seals off the southern coast of Labrador. The tags, which fall off later during the yearly moult, enable scientists to monitor the seals' movements, including how they use ice and other habitats that will be affected by climate change, and to collect data on water temperatures from areas where other sources of data are not available. The information collected is also being incorporated into an oceanographic model under development at DFO's Northwest Atlantic Fisheries Centre.

SECTION 2 | Science That Matters To Canadians



Over the last two decades, Canada and many other nations have adopted the Ecosystem Approach to Fisheries (EAF), which recognizes that human activities such as fishing must be managed in a way that does not compromise the biological diversity, productivity and overall environmental quality of marine ecosystems. Increasingly, DFO Science is incorporating an ecosystem approach into its activities, as outlined in the department's *New Ecosystem Science Framework in Support of Integrated Management* (**www.dfo-mpo.gc.ca/science/Publications/Ecosystem/index-eng.htm**).

DFO is also playing an international leadership role in the development of this approach. To make progress towards implementing EAF, carefully selected and appropriate ecological indicators that accurately reflect the effects of fisheries on marine ecosystems are necessary. Dr. Alida Bundy of DFO's Population Ecology Division is co-lead of IndiSeas (**www.indiseas.org**), an international project that aims to select the most ecologically significant, measureable indicators that are sensitive to fishing pressure. This will enable ecosystem impacts and changes to be translated into management and policy measures that can be assessed for their effectiveness.

Dr. Bundy co-led an IndiSeas workshop in 2008 to develop the analysis for research into the status and health of 19 fished marine ecosystems around the world, including the east and west coasts of Canada, using eight ecological indicators. She also helped develop an approach for comparing indicators across ecosystems in order to more accurately assess the state of each ecosystem. A suite of nine papers detailing the initial results will be published in the International Council for the Exploration of the Sea (ICES) *Journal of Marine Science* in 2010.

These ecosystem indicators reveal some interesting trends on Canada's east and west coasts. Analysis for Nova Scotia's eastern Scotian Shelf indicates an end to long term declines in biomass, fish size and other indicators but there have been no corresponding increases in indicator trends to indicate recovery. In contrast, positive indicator trends for Canada's west coast reflect active management for groundfish and increased migrations into Canadian waters of species such as Pacific hake and Pacific sardine.

TARGETED RESEARCH

Northern Shrimp Survival Strategy Could Backfire if Oceans Warm

The findings of an international research project on northern shrimp (*Pandalus borealis*) — led by Dr. Peter Koeller of the Bedford Institute of Oceanography — are raising concerns that shrimp stocks may be vulnerable as oceans warm under climate change.

When cod stocks collapsed in the early 1990s, populations of northern shrimp exploded throughout the northwest Atlantic. Much of this increase was linked to a decrease in predation by fish on shrimp, but it wasn't the only factor. The North Atlantic was exceptionally cold in the late 1980s and early 1990s. Shrimp biologists have long known that northern shrimp thrive during such periods of cold water, but they did not know why.

Photo: DFO, Dr. Peter Koeller

Acadian fisherman Pierre D'Eon empties a codend of northern shrimp (*Pandalus borealis*) caught on the eastern Scotian Shelf near Cape Breton, N.S. A DFO-led international research project suggests warmer oceans could cause a mismatch in timing between larvae hatching and the availability of food to nourish them, potentially affecting future shrimp stocks.

In the Strait of Georgia, DFO staff deploy an annular flume called the Sea Carousel. The carousel sits on the seabed and creates a flow to assess sediment stability. These assessments have been carried out on the Fraser River Delta, a point of entry for juvenile salmon and an important stopover point for internationally migrating shorebirds. The findings will support projections on sea-level rise and other impacts of climate change.

Photo: DFO, Terri Sutherland

To explore shrimp sensitivity to changing water temperatures, the multidisciplinary research team combined fisheries data from five countries with satellite images of ocean colour that they used to identify green blooms of phytoplankton, the primary food source of shrimp larvae. Their findings, reported in the May 8, 2009, issue of the journal *Science*, reveal that northern shrimp eggs hatch on average within days of the annual spring phytoplankton bloom across the entire North Atlantic. This is remarkable, considering that both the spring bloom times and the temperature-dependant egg incubation periods (6 to 11 months) vary greatly over the geographical range for shrimp.

Over evolutionary time scales, northern shrimp have genetically adapted their reproductive cycle to average local bottom water temperature, which determines the length of egg development. For example, during the early 1990s when bottom temperatures were colder, eggs hatched later and closer to both the spring bloom and seasonal warming of the surface waters where the larvae live. This survival strategy is not without its pitfalls, however. If climate change eventually warms bottom waters, eggs are likely to hatch earlier, when food is scarce, and potentially well before the spring bloom. While it is not yet possible to accurately predict how climate change will affect shrimp stocks, there is no doubt that their sensitivity to water temperature leaves them vulnerable. The findings will play an important role in ecosystem-based stock assessments over the coming years.

Ecosystem Research: The Strait of Georgia in a World of Change

The marine ecosystem of the Strait of Georgia, situated between mainland British Columbia and Vancouver Island, is different now than it was 50 years ago and even 25 years ago. These differences are due to interactions between a variety of forces, including natural long-term changes in climate and human activities such as intensive fishing and increasing urbanization and industrialization of the Georgia Basin–Puget Sound region.

A team of 50 DFO scientists from the Pacific Region are studying these changes using an integrated ecosystem approach. "The Strait of Georgia in 2030" — one of seven DFO Ecosystem Research Initiatives underway across the country — explores the present state of the Strait, how it is changing and what the Strait might be like in 2030. This involves understanding how the ecosystem works, identifying the major factors causing changes, analyzing potential responses of the ecosystem to these changes in the future, and identifying possible management actions and policy developments.

Dolphins are a common sight in the Strait of Georgia.

Photo: DFO, Graeme Ellis

Two central questions are driving this research: what controls the productivity of the Strait, and what characteristics of the ecosystem provide resilience against major disruptions and collapses of the system? To address these questions, the team has taken on 28 projects, including:

- developing tools for ecosystem-based marine management;
- investigating the decline of some salmon populations, in particular coho and chinook;
- understanding food-web connections and the impact of increasing harbour seal populations on other species in the Strait; and
- understanding how nutrients from the west coast of Vancouver Island impact the Strait.

During 2008-2009, the research team modelled anticipated changes to the flow of the Fraser River due to climate change, tagged juvenile salmon to understand how they use the Strait, and discovered that the number of transient killer whales has increased, along with increases in their prey, seals. These and other findings will help DFO move towards an ecosystem-based approach to managing the Strait, and to anticipate potential impacts of climate changes and explore possible management responses. For more information, visit the project web site at **www-sci.pac.dfo-mpo.gc.ca/sogeri/default_e.htm**

Did you know?

THE STRAIT OF GEORGIA THEN AND NOW

Over the past 50 years or more, scientists have observed many changes in the Strait of Georgia, where a DFO Ecosystem Research Initiative is now underway. Following are some of the changes that have been observed:

- the Strait has warmed by 1°C in the past 100 years. This warming is occurring at all water depths;
- the peak spring flows from the Fraser River are occurring earlier;
- plankton blooms are occurring earlier. This can cause a mismatch in timing between fish and their prey, which can lead to starvation of the fish;
- key bottom-dwelling species such as cod, lingcod and rockfish have decreased in abundance. Fish that live in mid-water, such as Pacific herring and Pacific hake, have been relatively abundant;
- invasive species are increasing (as of 2007, there were 73 species);
- the resident killer whale population has been declining;
- harbour seal numbers are increasing and may be as abundant as 100 years ago;
- coho and chinook salmon populations and their respective fisheries are at low levels, but abundances of pink and chum salmon have not declined to the same extent or may be increasing.

A Decade of Scientific Research at the Saguenay–St. Lawrence Marine Park

In October 2008, at a symposium held to mark the 10th anniversary of the Saguenay–St. Lawrence Marine Park, research scientists from the Maurice Lamontagne Institute in Mont-Joli, Quebec, reviewed the latest advances in research on the ecosystems and biodiversity of the St. Lawrence Estuary and Saguenay Fiord. The symposium showcased 10 years of science in support of conservation in this unique marine protected area, jointly managed by Parks Canada and Parcs Québec.

Research highlights include:

- Noise and belugas: Véronique Lesage, a research scientist in marine mammal ecology, demonstrated that the mouth of the Saguenay River is the area with the highest noise levels, heaviest traffic and types of ships likely to be audible to belugas. The sectors of Cacouna and Île Rouge have the lowest levels of noise audible to whales.
- Pollutants in belugas: Michel Lebeuf, an environmental contaminants researcher, indicated that the monitoring of persistent organic pollutant (POP) concentrations in St. Lawrence belugas is a valuable tool for assessing temporal trends in the levels of these compounds. He demonstrated that the levels of certain POPs, which are regulated in Canada, in this sentinel species are either declining or stable, but that concentrations of certain emerging brominated compounds are increasing.
- Genetic analysis of fish and shellfish: Jean-Marie Sévigny, a researcher in population genetics, reported on the findings of the analysis of genetic markers in various species of fish and shellfish of the Saguenay and St. Lawrence: cod, Greenland halibut, redfish, snow crab and northern shrimp. The study showed that organisms in the Saguenay Fiord and St. Lawrence Estuary and Gulf belong to the same population, but spend most of their life cycle in different environments.

Did you know?

KRILL

The Saguenay–St. Lawrence Marine Park region is the richest krill aggregation site documented to date in the Northwest Atlantic. Strong two-layer estuarine circulation in the St. Lawrence River is responsible for the transport, retention and aggregation of adult krill from the Gulf of St. Lawrence. These unique oceanographic characteristics have come together in the marine park area for hundreds of years to create an exceptional feeding ground for whales.

Photo: DFO, A. MacFarlane

Beluga whales in the Saguenay–St. Lawrence Marine Park experience the highest noise levels and heaviest ship traffic at the mouth of the Saguenay River, according to research by Véronique Lesage, a marine mammal research scientist at the Maurice Lamontagne Institute.

Photo: Nils Gase

Researchers aboard the research vessel CCGS *Teleost* sort the catch taken during a multi-species bottom-trawl survey in the Gulf of St. Lawrence. The survey monitors populations of fish and macro-invertebrates such as shellfish and sea squirts.

Marine Fish Community Changes in the Southern Gulf of St. Lawrence

The composition of the marine fish community in the southern Gulf of St. Lawrence has undergone dramatic changes over the past four decades. According to research by biologist Hugues Benoît and research scientist Dr. Doug Swain of DFO's Gulf Fisheries Centre in Moncton, N.B., the community of more than 50 species has shifted from one dominated by large bottom-dwelling fish such as cod to one dominated by small-bodied fish species such as daubed shanny and staghorn.

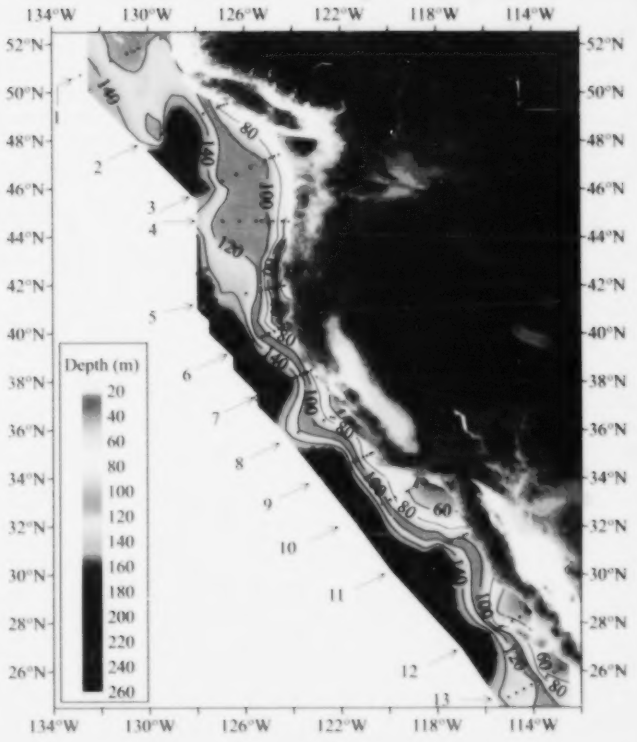
To explore what caused this shift, the researchers compared changes in the abundance of each species to their ecological traits including diet and the extent to which they are directly affected by fishing. They found evidence that high levels of fishing until the early 1990s, increasing predation by grey seals since the 1970s and changes in water temperature have all contributed to the changes in community composition. Increases in the abundance of small-bodied species were consistent with decreased predation by collapsed populations of larger fishes. Overall, the study suggests that in the southern Gulf of St. Lawrence:

- the effects of fishing have reverberated throughout the ecosystem;
- the recovery of a formerly over-exploited marine mammal (grey seal) is likely contributing to important reductions in the productivity of several bottom-dwelling species that are known to be grey seal prey; and
- decadal-scale changes in ocean temperatures contribute to restructuring of the fish community.

A Canadian Perspective on Ocean Acidification

In 2008, researchers from DFO's Pacific, Quebec and Maritimes regions embarked on a three-year project to study the impacts of ocean acidification on Canadian marine ecosystems and fisheries. The goal of the research, supported by DFO's Climate Change Science Initiative, is to understand the natural variability and risks of acidification in Canada's three oceans and to develop biogeochemical models to forecast carbon cycle and pH levels and predict future risks. Project findings and progress to date include:

- There is more carbon in the North Pacific than in other ocean basins, which makes the water more acidic (lower pH). As a result, the saturation horizons (the point below which the aragonitic shells of shellfish, corals and some plankton dissolve more quickly than the organisms can make them) are already as shallow as 100 to 300 metres in depth. This lower-pH subsurface water is now shallow enough to enter surface waters along the west coast during summer upwelling.
- Modelling studies of seasonal pH cycles off the west coast of Vancouver Island show that pH is extremely variable. It is low in surface waters during winter (< 7.9) but lowest for short periods (days) immediately following summer upwelling events. In future, pH is expected to get even lower.



An image based on joint U.S.-Canada research reveals the depth below which water along the Pacific coast of Canada and the U.S. was corrosive (at the time of sampling) to aragonite, a form of calcium carbonate that some marine organisms use to build shells and skeletons.

- Data analysis reveals that the pH in bottom waters of the Lower St. Lawrence Estuary has decreased notably by 0.2 to 0.3 pH units over the past 70 years. Corrosive waters were also detected in several others regions of the Gulf of St. Lawrence.
- Analysis of historical data for the Scotian Shelf indicates that pH has decreased by 0.18 units since the 1930s.
- Canada's east coast is affected by corrosive Arctic outflow through the Canadian Arctic Archipelago.
- Researchers are exploring relationships between carbon, temperature, salinity and oxygen in order to understand past carbon and pH states and learn more about how marine organisms respond to changes in acidity.

Did you know?

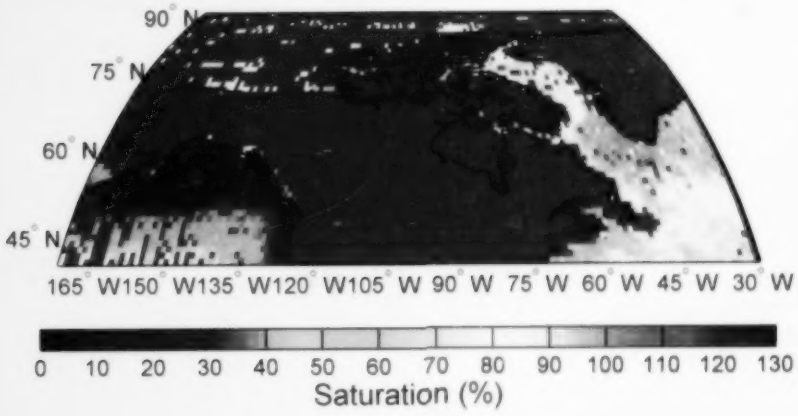
OCEAN ACIDIFICATION

- About one quarter of carbon dioxide (CO_2) released by human activities since the start of the Industrial Revolution in the 1800s has been taken up by the oceans. Carbon dioxide dissolves in the surface water and forms carbonic acid, lowering the pH of ocean waters. There are serious concerns about the ability of marine ecosystems to adapt to acidification.
- Since the 1800s, ocean pH has decreased by 0.1 units. If CO_2 emissions increase as projected by the Intergovernmental Panel on Climate Change, the global surface ocean pH will decline more, by 0.3 to 0.5 units by 2100. The oceans have not experienced as large or rapid a pH change for at least the last 650,000 years.
- The most direct biological impact of lower pH will be on organisms that form calcium carbonate ($CaCO_3$) shells and skeletons, because a decline in pH increases the solubility of $CaCO_3$. These organisms include phytoplankton such as coccolithophores, zooplankton such as pteropods and foraminifera, sea urchins, molluscs and corals.
- High-latitude surface waters are predicted to experience detrimental effects earliest, likely within decades, because lower salinities and temperatures naturally favour lower pH in the polar oceans.
- The Pacific coast is especially vulnerable because carbon is high (low pH) there and the upwelling circulation brings this low-pH subsurface water into the surface layer.

Did you know?

OCEAN ACIDIFICATION

- About one quarter of carbon dioxide (CO_2) released by human activities since the start of the Industrial Revolution in the 1800s has been taken up by the oceans. Carbon dioxide dissolves in the surface water and forms carbonic acid, lowering the pH of ocean waters. There are serious concerns about the ability of marine ecosystems to adapt to acidification.
- Since the 1800s, ocean pH has decreased by 0.1 units. If CO_2 emissions increase as projected by the Intergovernmental Panel on Climate Change, the global surface ocean pH will decline more, by 0.3 to 0.5 units by 2100. The oceans have not experienced as large or rapid a pH change for at least the last 650,000 years.
- The most direct biological impact of lower pH will be on organisms that form calcium carbonate ($CaCO_3$) shells and skeletons, because a decline in pH increases the solubility of $CaCO_3$. These organisms include phytoplankton such as coccolithophores, zooplankton such as pteropods and foraminifera, sea urchins, molluscs and corals.
- High-latitude surface waters are predicted to experience detrimental effects earliest, likely within decades, because lower salinities and temperatures naturally favour lower pH in the polar oceans.
- The Pacific coast is especially vulnerable because carbon is high (low pH) there and the upwelling circulation brings this low-pH subsurface water into the surface layer.



Colours indicate the average oxygen saturation percentage in Canadian marine waters based on all available data up to 2008. When the oxygen content of surface water is at equilibrium with the atmosphere, it is said to be at 100 percent saturation. Below 30 percent saturation, water is considered hypoxic. Low oxygen conditions in marine habitats can be natural or induced by human activities, but have similar impacts in either case.

Image: DFO

Hypoxia Assessment in Canadian Marine Waters

Low oxygen (hypoxia) has dramatic impacts on aquatic ecosystems, and the tolerance of marine fish and invertebrates to this condition is highly species dependent. At oxygen levels below 30 percent saturation, cod and other species that are intolerant of hypoxia either migrate or die. Beginning in September 2008, a team of DFO researchers led by Denis Gilbert of the Maurice Lamontagne Institute in Mont-Joli, Quebec, undertook an assessment of hypoxia in Canada's marine waters as part of a three-year project funded by the department's Climate Change Science Initiative. Deoxygenation is now recognized as one of the likely consequences of climate change.

In the St. Lawrence marine ecosystem, changes in oxygen levels are primarily caused by changes in the proportion of higher-oxygen Labrador current water and lower-oxygen Gulf Stream water. The percentage of Labrador current water in the bottom waters of the St. Lawrence has declined from 72 percent in the 1930s to 53 percent in the 1984 to 2008 period. On the west coast of North America, increased coastal upwelling and reduced vertical mixing due to stronger stratification of offshore waters both contribute to lower oxygen levels. Under global warming, the trend towards increased stratification and reduced vertical mixing is likely to continue.

To date, the research team has examined and consolidated historical oxygen data to produce bottom maps of oxygen concentration and to determine the mean oxygen levels and trends in Canadian marine waters. The team will also explore ecosystem impacts of worsening hypoxia by studying the distribution of various groundfish species in relation to oxygen in the Northeast Pacific, Gulf of St. Lawrence and Scotian Shelf-Gulf of Maine. Their findings will help interpret changes in the distribution of these fish species in Canadian waters.

Fatal Red Tide in the St. Lawrence Estuary

In August 2008, a toxic algae bloom killed 10 belugas, nearly 100 seals and thousands of birds and fish in the St. Lawrence Estuary. This red tide of unprecedented size and impact on aquatic wildlife extended from the mouth of the Saguenay River to Sainte-Anne-des-Monts in the Gaspé Peninsula for a period of two to three weeks.

Teams of scientists collected water samples and animal carcasses for analysis at the Maurice Lamontagne Institute in Mont-Joli, Quebec, the Faculty of Veterinary Medicine of Université de Montréal in Saint-Hyacinthe and the Institute for Marine Biosciences (National Research Council of Canada) in Halifax. Test results confirmed that the marine food chain was being poisoned by a phycotoxin produced by *Alexandrium tamarense*, the alga responsible for the red tide, so named because it changes the colour of the water.

Photo: DFO, M. Starr

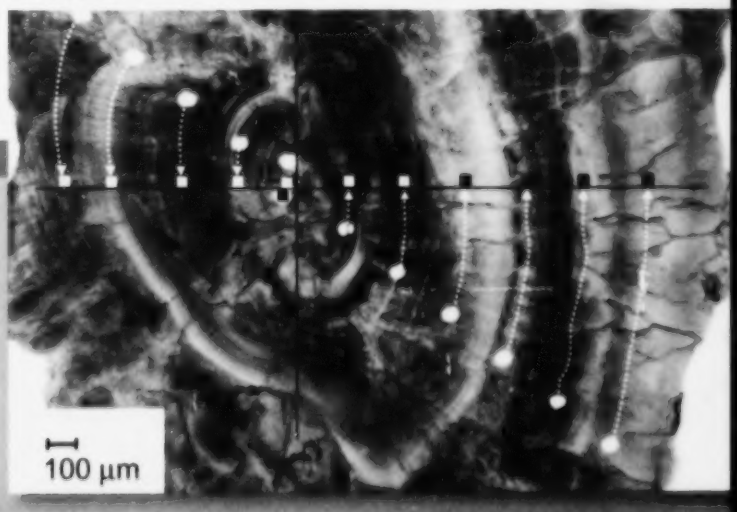
A large toxic algae bloom in the St. Lawrence Estuary, noticeable by its red colour (foreground), killed 10 beluga whales, about 100 seals and thousands of birds and fish in August 2008. DFO researchers are analyzing the dead animals to learn more about how this toxin spreads through the food chain and to aid in the development of a red tide prediction system.

This microscopic alga, which occurs naturally in the Gulf of St. Lawrence and its estuary, can produce a toxin that affects the nervous systems of fish, birds and mammals. The analysis of animals that washed up on shore will enable researchers to better understand how this toxin spreads through the food chain. Results of the studies will also help MLI scientists develop red tide prediction systems to alert aquaculture farmers and make recommendations on the closure of shellfish harvesting sites.

CSI-like Techniques and Fish Otoliths Resolve Life History Mysteries

A small calcified structure in the inner ear of fish, known as an otolith or ear stone, is the focus of studies by DFO researchers trying to resolve mysteries about the origins and migratory patterns of various fish populations. Material deposited in the otolith as a fish grows leaves telltale chemical signatures of the environments they inhabit. Like detectives examining forensic evidence, researchers at the Pacific Biological Station in Nanaimo, B.C., are measuring stable isotopes of sulphur and strontium in the otoliths of adult salmon to reconstruct the chronology of their migration through various environments and to identify their maternal origin. Since the centre of an otolith incorporates material from the egg, it is akin to a black box that holds the chemical signature of the mother's diet, ambient water or both.

Photo: L. Godbout



A cross-section of a sockeye salmon otolith (right) shows locations where isotope measurements were made. DFO researchers are solving mysteries about the origins and migratory patterns of certain fish populations by measuring trace elements in their otoliths or ear stones, which grow as the fish do, revealing their life history. One study revealed that sockeye salmon that returned to the Alouette River near Vancouver after a 75-year absence were the progeny of kokanee. The findings suggest that kokanee might be the last resort for restoring some anadromous runs of sockeye since the two are ecotypes of the same species.

In 2008-2009, this technique helped determine whether all chinook salmon that return to spawn in the Okanagan River are anadromous (live mainly in marine habitats and spawn in fresh water) or whether some live their entire lives within the Columbia River basin. Otolith analysis found that they are anadromous. In another case, otolith analysis revealed the origin of sockeye salmon that returned to the Alouette River near Vancouver in the summer of 2007, 75 years after this anadromous run of sockeye had been eliminated by dam construction. The fish were actually progeny of kokanee that had lived their entire lives in fresh water, and not strays from nearby rivers. This reversion to anadromy has implications for salmon recovery projects elsewhere. Since kokanee and sockeye salmon are ecotypes of the same species, kokanee might sometimes be a successful last resort to restore endangered populations of anadromous sockeye salmon.

Innovative Bluefin Tuna Research Aids International Stock Management

International research on Atlantic bluefin tuna, in collaboration with DFO Science, is providing new insight into the structure and mixing of eastern and western bluefin stocks and influencing the management of this highly migratory species both in Canada and internationally. Bluefin stocks have been in steep decline since the 1970s, their recovery hampered by international migration.

The research team, including Dr. John Neilson of DFO's St. Andrews Biological Station (SABS), and researchers from the United States and Italy, analyzed chemical signatures (ratios of carbon and oxygen stable isotope) in the otoliths or ear stones of bluefin yearlings. These isotopes vary in surface water around the world and are deposited in ear stones during the first year of life, making them chemical markers for determining the natal origin of adults and patterns of stock mixing.

The analysis of ear stones, collected over six years from nurseries in the eastern and western Atlantic Ocean, revealed in part that:

- the return of spawning adults to their region of origin was remarkably high for both eastern and western stocks, which indicates that there is very little contribution of eastern adults to the western spawning area.
- bluefin spawning stocks in the Gulf of St Lawrence, where colder waters are more suitable for bigger, older fish, were entirely from the Gulf of Mexico nursery (western stock) with no mixing from the eastern stock. This means bluefin stock assessments for the Gulf of St. Lawrence, which are based solely on fishery catch rates, aren't affected by mixing with eastern stocks.

In another study published in the *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, researchers from SABS and the Bedford Institute of Oceanography used historical bluefin ear stones and radiocarbon-based dating to determine the age, growth and longevity of northern bluefin tuna. A chemical mark, left on fish bones and other calcarious organisms by atmospheric nuclear weapons testing in the late 1950s and early 1960s, was used to determine the age of the fish.

Photo: Leah McConkey

DFO research scientist Dr. John Neilson removes the otolith or ear stone from a bluefin tuna. Neilson is leading research to analyze chemical markers in otoliths for clues to the natal origin of adult bluefin and patterns of mixing between eastern and western stocks. The findings of this and other bluefin tuna research underway at DFO are influencing the management of this species both in Canada and internationally.

Tim Robinson (at left) of the Fort Folly First Nations and DFO research scientist Gilles Lacroix release an Atlantic salmon kelt with a pop-up satellite archival tag near the mouth of the Big Salmon River in New Brunswick.

Photo: Larry Adair

The study revealed that the growth curve used in the International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas (ICCAT) bluefin stock assessment likely overestimates the maximum size reached by bluefin.

"These, and others findings have already guided some of the analysis that ICCAT carried out for its 2008 bluefin stock assessment, and they have expressed an interest in doing more of that," said Dr. Neilson. The study, published in the October 31, 2008 issue of the journal *Science*, concludes that the significantly smaller, declining western stock requires continued protection to ensure its sustainability.

First Nations Collaboration Aids in Tracking Endangered Inner Bay of Fundy Salmon

In collaboration with the Fort Folly First Nations in New Brunswick, Dr. Gilles Lacroix of DFO's St. Andrews Biological Station, is tagging adult Atlantic salmon from the endangered inner Bay of Fundy populations with pop-up satellite archival tags (PSATs) to find out why they experience such high marine mortality. Historically these populations had a high survival rate at sea, with a large proportion of adults repeatedly returning to spawn over many years. Today these repeat spawners, crucial for maintaining population stability, have all but disappeared. For example, in the 1960s and 1970s, 2,000 to 5,000 salmon returned annually to spawn in the Big Salmon River near St. Martins, N.B. Today, a mere 40 to 60 adults return, despite an extensive restocking program.

In 2008-2009, Fort Folly provided field assistance to deploy PSATs on post-spawning salmon (kelts) as they left the rivers and to count the returning adults. The tags record the depth and light-based position of the fish and water temperature every 15 minutes then pop off after a preset period of four months, or earlier if the fish dies, and transmit the data via the Argos satellite system for environmental monitoring (www.argos-system.org). Of the 20 tags deployed in November 2008 and April 2009, 15 have reported data. Preliminary results indicate that salmon from inner Bay of Fundy rivers remained in the Bay of Fundy and Gulf of Maine region where they died within the four months. In contrast, salmon from an outer Bay of Fundy river, which were also tagged, migrated to the North Atlantic Ocean and Labrador Sea and survived.

The team plans to deploy more PSATs in 2009-2010 on salmon from different areas of the Bay of Fundy to compare their marine habitat and performance. "Our goal is to determine what marine habitat is critical to the inner Bay of Fundy populations and identify the location and potential causes of mortality so that we can hopefully take actions to help the stocks recover," said Dr. Lacroix.

Photo: DFO, Jason Dunham

Dr. Terri Sutherland (standing) and Shane Petersen of the DFO Centre for Aquaculture and Environmental Research collect sediment, algae and clam samples from one of 350 First Nations clam gardens located in the Broughton Archipelago, B.C. Beginning thousands of years ago, inhabitants of this region began rolling large rocks seaward to form rock walls at the edge of the beaches. The walls help stabilize and trap sediment, food particles and clam larvae within the terraces, known today as clam gardens.

Blending Aboriginal and Scientific Knowledge to Explore First Nations Clam Gardens

First Nations clam gardens are prominent archeological features in the Broughton Archipelago of British Columbia, with over 350 terraces located within this island complex. The formation of these traditionally engineered gardens began thousands of years ago by the continual rolling of large rocks seaward to the low tide line to provide more room for clam recruitment. In time, the built-up rock walls trapped sediment, organic material and juvenile clams to create a highly productive clam habitat comprised of a near-level sand flat extending along the shoreline and seaward. Today, clam gardens continue to play a vital role in the stability of First Nations culture and economy.

The clam digger communities of the Kwicksutaineuk Ah-Kwa-Mish and 'Namgis First Nations have voiced some concerns regarding observed changes to the intertidal ecology of these beach terraces and the potential impact on clam abundance and food quality within the archipelago. Under principal investigator Dr. Terri Sutherland of the DFO Centre for Aquaculture and Environmental Research, a multidisciplinary and multicultural team is exploring these concerns and investigating possible interactions between First Nation clam gardens and local anthropogenic activities, including aquaculture, as well as long-term environmental shifts due to climate change. In 2008-2009, the team integrated Aboriginal ecological knowledge with oceanographic and ecological practices to form project goals. Consultations were held between First Nation leaders, elders, clam digger communities, industry groups (Marine Harvest Inc.) and multiple government agencies to develop consensus regarding the project focus and sampling design. Water, sediment, clam and algal samples were collected from the clam gardens and the results are currently being analyzed for presentation and discussion among the project partners. The goal is to integrate both scientific and Aboriginal knowledge and assess observed changes to Broughton Archipelago clam gardens that fuel the local First Nations culture and socio-economic structure.

Did you know?

WHARVES AND BREAKWATERS

The construction of new wharves and breakwaters alters the seabed and fish habitat, either partially or completely, but the structures may also provide new habitat for seaweed and other life to colonize and may ultimately increase the productivity of fish communities. Dr. Robert Gregory of the Northwest Atlantic Fisheries Centre in St. John's, N.L., is leading a 10-year DFO study (2007–2016) of the positive and negative impacts of new structures, including habitat change and the impacts on fish and invertebrate fauna at 18 sites along the Newfoundland coast. The findings will aid in the development of habitat-producing wharves and breakwaters.

DFO aquatic technician Justin Shead (at right) and physical scientist Mike Tate of the U.S. Geological Survey take a temperature and oxygen profile on Lake 658 in the Experimental Lakes Area, where a broad range of whole-lake experiments have been carried out over the past 40 years.

Photo: DFO, Martin Lussier

Experimental Lakes Celebrates 40 Years of Whole-Ecosystem Research

From exploring how pollutants move through aquatic ecosystems and unravelling the cause of algae blooms to studying the impacts of acid rain, the Experimental Lakes Area (ELA) in northwestern Ontario has made significant contributions to freshwater ecosystem research since its inception. Established by the Fisheries Research Board of Canada in 1968, the facility celebrated 40 years of whole-lake experimentation and research in 2008.

The centre, now operated jointly by DFO and Environment Canada, has provided both Canadian and international scientists with a unique opportunity to carry out whole-ecosystem experimental research. Over the years, researchers have undertaken more than 50 whole-ecosystem manipulations at ELA to explore environmental issues ranging from eutrophication, acidification and biomanipulation, to contaminants (including radioisotopes, cadmium, mercury and endocrine disrupting chemicals), hydroelectric reservoir creation and management, and freshwater aquaculture. The facility has also amassed a comprehensive record of hydrology, meteorology, chemistry and aquatic biology for the unmanipulated lakes within its boundaries. These data have become invaluable for assessing long-term changes in freshwater lakes related to climate and other environmental factors. In November 2009, a special issue of *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* (Vol. 66, No. 11) was dedicated to recent research at ELA.

Photo: DFO, Corey Morris

Photo: DFO, Dan Porter

Far left: Dr. Gregory videotapes seabed habitat (kelp on cobble substrate) near Marystown, N.L. Left: Corey Morris examines sea anemones among the boulders of a breakwater near Bauline, N.L.

Dr. Denis Lefaivre, research scientist and Manager, Modelling and Operational Oceanography for the Canadian Hydrographic Service (Quebec Region), was instrumental in the development and implementation of the Canadian Coupled Atmosphere-Ocean-Ice Forecast System.

Photo: DFO, F. Poulin

MONITORING

State-of-the-Art System for the Prediction of Atmosphere, Ocean and Ice Conditions

The Canadian Coupled Atmosphere-Ocean-Ice Forecast System was launched to improve the prediction of atmosphere, ocean and ice conditions in the Gulf of St. Lawrence. The only one of its kind in the world, this system is the result of collaboration between Fisheries and Oceans Canada (Canadian Hydrographic Service) and Environment Canada (Canadian Ice Service). It is part of the Canadian Operational Network of Coupled Environmental PredicTion Systems (CONCEPTS) program, which is developing basin- (Atlantic and Pacific) and global-scale versions of the coupled atmosphere-ocean-ice model.

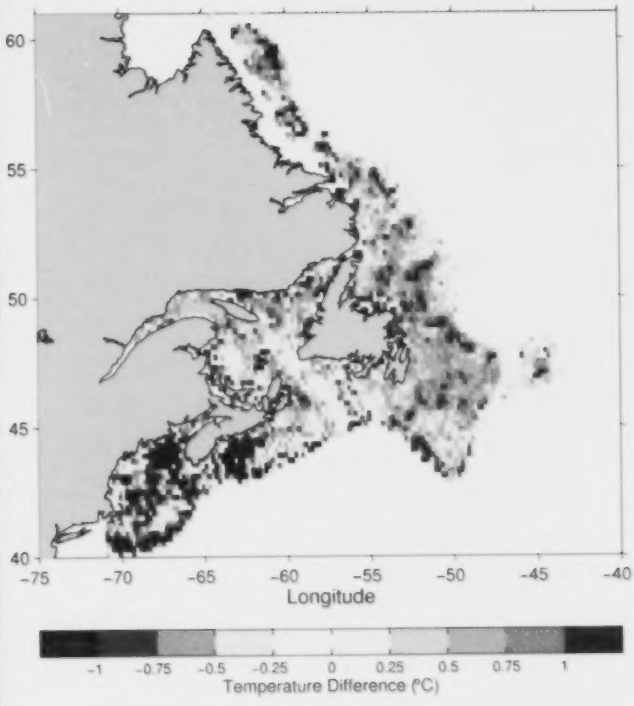
From 1997 to 2008, Environment Canada's atmospheric model used an average value of ocean temperature and ice cover to calculate a daily atmospheric forecast. Fisheries and Oceans Canada, in turn, used the atmospheric forecast to predict current and ice conditions for the Gulf of St. Lawrence. With the coupling of the systems, data exchange during calculations is now possible, thus improving the predictions from the three models. Coupling is particularly useful for more accurately predicting the formation and location of snow squalls in the Gulf. It is also of benefit in the summer, providing a better representation of sea surface temperatures and moisture flow, which results in more accurate predictions of air temperature and precipitation.

The benefits of this forecast system are already apparent. The Canadian Coast Guard is using the ocean forecasts and ice condition information from this system to plan shipping routes, and some fishers in the Gulf are using the ocean current forecasts to plan how to set their nets. The coupled prediction model has also been useful for planning oil-spill response and search-and-rescue operations in the Gulf of St. Lawrence. Ocean forecasts are available at: **http://slgo.ca/en.html**

Three Decades of Fisheries Data Reveal Climatic Trigger for Changing Fish Distribution

Recent research by Dr. Brian Petrie of the Bedford Institute of Oceanography and Queen's University scientists reveals that the distribution of fish responds dramatically to the North Atlantic Oscillation (NAO) — a large-scale, time-varying atmospheric pressure pattern over the North Atlantic Ocean. The findings are based on the analysis of 31 years of fisheries data collected by DFO and the U.S. National Marine Fisheries Service from Labrador to Cape Hatteras on the coast of North Carolina.

The NAO strongly influences weather and climate in the North Atlantic. Variations in its pressure gradient affect winds and storm tracks, which alter air and sea surface temperatures. It also causes changes in shelf bottom temperatures that prompt north-south movements of fish species. Bottom temperatures from the same location during positive and negative NAO periods showed differences of up to 2° C.



A computer image of the east coast reveals temperature differences of up to 2°C from north to south during a sustained negative phase of the North Atlantic Oscillation (NAO), a large-scale variation in atmospheric pressure over the North Atlantic Ocean. A negative NAO, marked by a weak subtropical high and a weak Icelandic low, causes above normal temperatures (red areas) in the north and below-normal temperatures (blue areas) in the south, which influences the north-south distribution of fish.

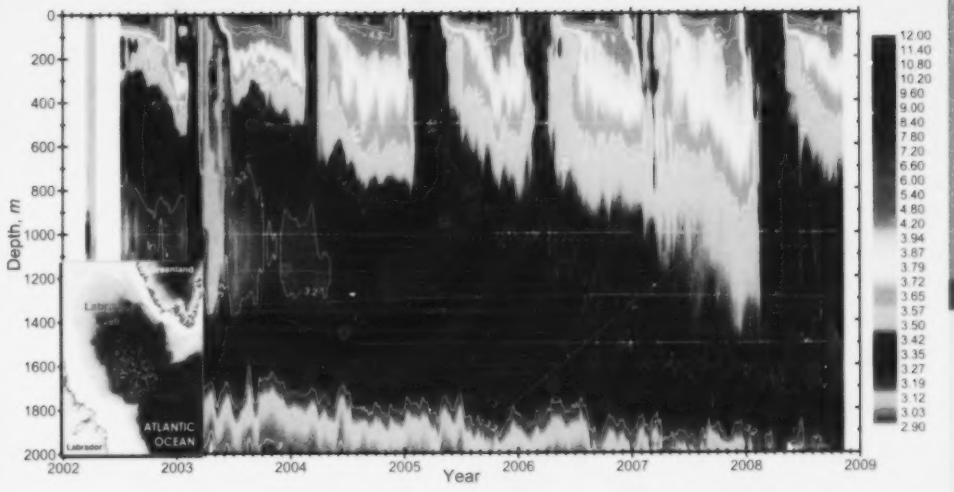
Photo: DFO, Brian Petrie

A negative NAO — marked by a weak subtropical high and a weak Icelandic low —leads to warmer conditions and more species in the north, and cooler temperatures and fewer species in the south. In contrast, a positive NAO — defined by a stronger than usual subtropical high and a deeper than normal Icelandic low — leads to cooler temperatures and fewer species in the north, warmer conditions and more species in the south. The smallest yearly difference in the number of species between north and south was 27 during a negative NAO phase, while the largest was 70 species during a positive NAO period, for a range of 43 species. This is a profound response to NAO forcing. Computer models predict that higher levels of atmospheric greenhouse gases would result in a strengthening trend of the NAO and cooler temperatures, tending to reduce the number of fish species in the north. This would counteract the northward shift of fish species in response to global warming. Continued monitoring of both the fisheries and the environment is necessary to determine which process is dominating and how harvesting levels and strategies should be adjusted in response.

Argo Floats Contribute to Labrador Sea Monitoring

The International Argo Program now has more than 3,200 subsurface floats drifting in the world's oceans, relaying temperature and salinity profiles from the surface to 2,000 metres in depth via satellite. Dr. Igor Yashayaev and colleagues at the Bedford Institute of Oceanography are using observations from the floats to complement the annual research vessel survey of the Labrador Sea for DFO's ocean climate and ecosystem monitoring program.

Profiles from the floats are filling a critical temporal gap in vessel-based observations by providing year-round information on the vertical structure of subsurface temperature, salinity and stratification. This is important because of the strong seasonal variation in water properties in the upper ocean and in the Labrador Sea in particular, as shown in the time-depth evolution of temperature there since 2002. Strong atmospheric cooling over the region in winter results in the overturning (mixing) of upper-ocean waters to depths ranging from 500 to 2,400 metres or more (mauves and dark blues in the computer graphic on page 24) and the formation of an important mid-depth water mass called Labrador Sea water. This water subsequently spreads across the North Atlantic as part of the global ocean's Meridional Overturning Circulation (MOC) — often referred to as the global ocean conveyor belt — which plays a key role in variability and change in the Earth's climate system.



Seasonal-to-interannual evolution of potential temperature (colour-coded in °C) as a function of depth below the surface in the Labrador Sea, based on Argo observations (locations in map inset). The strong seasonal changes in the upper-mid-ocean, which are important to climate and ecosystem dynamics, were not previously detected by annual vessel-based surveys.

Photo: Igor Yashayaev, DFO Science, Maritimes

The Argo observations indicate that vertical overturning occurred to a depth of 1,600 metres in the winter of 2008, as a result, replenishing this component of the MOC. This is the greatest depth recorded since the 2,400-metre depth recorded in 1994. This indicates that the MOC in the North Atlantic is still very active, providing an important mechanism for transferring atmospheric heat and carbon dioxide into the deep ocean and, as a result, moderating climate change and global warming. For more information see: **www.meds-sdmm.dfo-mpo.gc.ca/isdm-gdsi/argo/index-eng.html**.

Ecosystem Research Probes the Lower Food Web in the Beaufort Sea

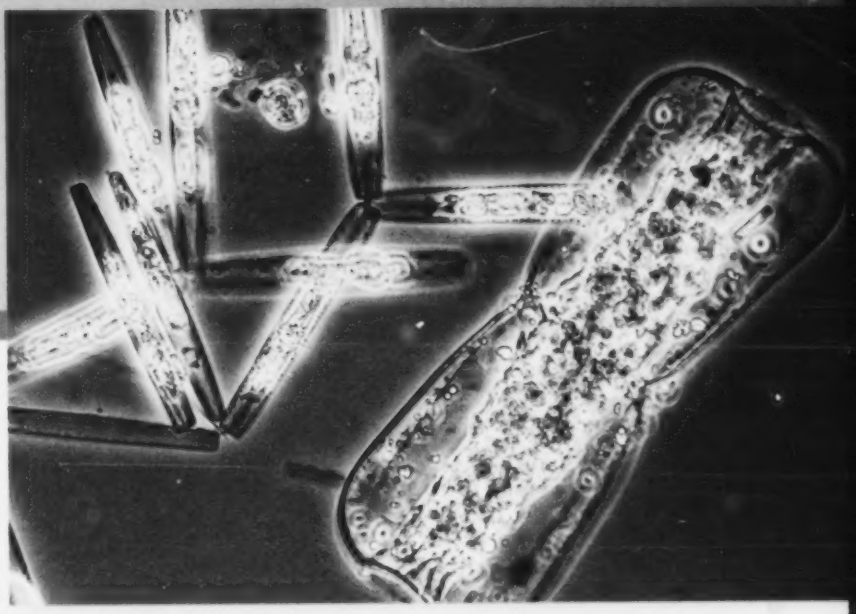
For several years, DFO scientists have been collecting information on the physical, chemical and biological components of the coastal Beaufort Sea aboard the CCGS *Nabidik*. This research program aims to understand how the coastal Beaufort ecosystem currently functions in anticipation of future development of energy resources and ongoing environmental stressors.

One of the main goals of the 2008 field season was to determine what is unique about the areas where bowhead whales feed and what drives the production of bowhead food north of Cape Bathurst. This knowledge will be used to provide advice on transportation routes and development activities in the region in order to reduce

Photo: Cathy Munroe

Photo: DFO, Andreas Blouw

Bongo nets are ready for deployment aboard the CCGS *Nabidik* in the Beaufort Sea (right), where DFO scientists are gathering physical, chemical and biological data on the lower food web, including what is unique about the areas where bowhead whales feed. Bongo nets are used to collect zooplankton, larval fish and other biological material so researchers can estimate how much plankton is present in certain areas.



The Arctic Biodiversity Assessment encompasses biodiversity at all levels, from polar bears and seals to more than a thousand microscopic organisms. Some of these, such as phytoplankton, live in the water column. Others live in sea ice. This photo shows diatoms (single-celled microalgae) found in landfast ice in Franklin Bay, Beaufort Sea. The large single cell is *Entomoneis gigantea* var. *septentrionalis*. A forming colony of *Nitzschia frigida* is on the left. The latter species has a pan-Arctic distribution and is very abundant in spring.

Photo: Dr. Michel Poulin, Canadian Museum of Nature

impacts. Bowheads in this region, which numbered around 10,400 in 2001, are listed as a species of "Special Concern" by the Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada.

A research team from various DFO locations, including the Freshwater Institute in Winnipeg, Man., the Institute of Ocean Sciences in Sidney, B.C., and the Yellowknife office in the Northwest Territories, as well as researchers from the Polish Institute of Oceanology and the Canadian Museum of Nature, collected data on water and sediment chemistry, and the distribution and biomass of phytoplankton, zooplankton and benthic invertebrates. They discovered that lipid-dense, high-calorie centric diatoms and protozoans are the main components of the phytoplankton biomass where bowheads feed. High concentrations of this type of phytoplankton have not been detected elsewhere in the region.

Because environmental changes are likely to impact organisms lower on the food web first, the team is also exploring whether sediments and the fatty acid composition of organisms such as algae, zooplankton and benthic invertebrates have potential as rapid assessment tools for monitoring environmental changes.

DFO Contributes to Arctic Biodiversity Assessment

In 2008-2009, DFO Science undertook a leading role in key components of the Arctic Biodiversity Assessment (ABA), a high-profile, international initiative led by the Arctic Council to synthesize and assess the status and trends in Arctic biodiversity. DFO's involvement is central to the department's mandate to ensure sustainable development in the North, particularly in the context of increased threats to Arctic biodiversity, mainly from climate warming and increased resource exploitation.

The ABA will produce the *Arctic Biodiversity Highlights Report* (2010) and the in-depth *Arctic Biodiversity Assessment: Status and Trends Report*, to be completed in 2013. DFO Science is leading chapters on the biodiversity of fish species and marine and freshwater ecosystems in the Arctic. The reports will:

- synthesize the current state of biodiversity in Arctic ecosystems and identify knowledge gaps;
- provide a baseline for monitoring changes in Arctic biodiversity and for global and regional assessments; and
- identify threats to Arctic biodiversity and produce recommendations to inform policies.

Photo: DFO

Biologist Lisa O'Connor and scientist Tom Pratt of DFO sort ciscoes aboard a fishing tug on Lake Superior. By studying the evolutionary origins, diversity, distribution, abundance and taxonomic relationships of these fish, scientists will be able to identify populations in need of protection.

Exploring the Diversity of Deepwater Ciscoes

Given the relatively young age of our fresh waters (typically less than 10,000 years old), few freshwater fish species have evolved in, and are endemic to, Canadian lakes and rivers. Probably the best known are the sticklebacks on some British Columbia islands and the ciscoes in the deep waters of the Great Lakes and several other lakes across Canada. Deepwater ciscoes largely declined in the Great Lakes by the early 1900s due to overfishing and, more recently, invasive species. To identify populations in need of protection under the *Species at Risk Act*, scientists from DFO and the Ontario Ministry of Natural Resources are studying these fishes to learn more about the true extent of their diversity, taxonomic relationships, evolutionary origins, distribution and abundance.

A major question is whether the different forms evolved within lakes in the last 10,000 years or evolved earlier and colonized the lakes following the last Ice Age. Determining this will enable scientists to differentiate unique populations in need of conservation from populations closely related to more common species. In 2008-2009, researchers discovered four morphological forms of ciscoes in two lakes in Ontario's Algonquin Park. Researchers are also studying the four remaining cisco forms in lakes Superior and Nipigon. In the Yellowknife Bay area of Great Slave Lake, N.W.T., scientists have captured two to five distinct morphological forms in some locations. Across these lakes, some ciscoes closely resemble species at risk, including the shortjaw cisco, while others appear to be distinct but closely related to those species.

Four-hundredth Mission to the Rimouski Monitoring Station: Hypoxia and Acidification Observed in the Gulf of St. Lawrence

During the summer of 2008, DFO research assistant Pierre Joly of the Maurice Lamontagne Institute in Mont-Joli, Quebec, undertook the 400th sampling mission at the Rimouski monitoring station. Recent observations at the station have uncovered severe hypoxia (lower oxygen levels) and acidification (lower pH) in the estuary's deep water, which threaten the health of the marine ecosystem and organisms in the Gulf of St. Lawrence and its estuary. Samplings also help detect the spread of toxic algae and invasive species.

Located 20 kilometres offshore from Rimouski, the station is part of a network of oceanographic stations used by researchers to track the evolution of this ecosystem, including its biology (planktonic plants and animals at the bottom of the food chain) and its physical and chemical properties.

Photo: DFO, Pierre Joly

Claire Bertolone, an intern at the Maurice Lamontagne Institute, gathers a sample of zooplankton — copepods and other microscopic marine organisms — at the Rimouski monitoring station.

During weekly trips to the Rimouski station, scientists collect water samples at depths of up to 320 metres and plankton specimens, as well as gather data on salinity, temperature, oxygen and pH levels in the water column. These long-term data are of great value for studying climate change and other processes affecting the productivity of the St. Lawrence estuary, particularly those concerning species at the bottom of the food chain such as phytoplankton and zooplankton.

Tracking Striped Bass in the Southern Gulf of St. Lawrence

In collaboration with the Atlantic Salmon Federation, biologist Scott Douglas of DFO's Gulf Fisheries Centre, is leading research to monitor the movements and behaviour of striped bass, a potential species at risk in the southern Gulf of St. Lawrence. The research, which began in 2003, involves implanting acoustic telemetry transmitters in adult striped bass. Submerged receivers strategically placed throughout the Miramichi River and along the east coast of New Brunswick pick up signals from the transmitters.

In May 2008, the team implanted transmitters in 40 adult striped bass to track their summer coastal migrations and wintering habitat. The signals sent back revealed that a few bass migrated south of the Miramichi estuary after spawning while most moved north for the summer — some as far away as Quebec's southern coast. By mid-autumn, the fish switched directions and began their journey back into the Miramichi River for the winter. Tracking the striped bass through the ice revealed that the fish remained together for the winter and progressed slowly to the upper reaches of the estuary until ice-out. Of particular note was the discovery that the bass used many of the same locations in the Miramichi estuary for both wintering and spawning. These findings continue to highlight the importance of the Miramichi estuary to striped bass in the north, which is an important consideration when developing action plans to protect the species and its habitat.

Photo: DFO, John Hayward

Technician Trenton Francis (at right) of the North Shore Micmac District Council Inc. lowers the hydrophone of an acoustic telemetry receiver through a hole in the ice on the northwest Miramichi River, while DFO aquatic science technician Joseph Sheasgreen (at left) listens and records the unique codes from the transmitters implanted inside wintering striped bass.

In late winter, researchers fly by helicopter to 90 stations in the Gulf of St. Lawrence, where they hover 25 metres above the surface and lower instruments by cable (far left) to measure water temperature and salinity. The data help forecast summer oceanographic conditions, which is useful for biologists assessing fish stocks.

Photos: DFO, P. Galbraith

Probing Winter Waters to Assess Fish Stocks

At the end of every winter since 1996, a team led by Peter Galbraith of the Maurice Lamontagne Institute in Mont-Joli, Quebec, has undertaken an innovative oceanographic survey in the Gulf of St. Lawrence. Taking advantage of the period of peak ice cover, the team travels by helicopter to 90 stations scattered throughout the Gulf, hovering over each station while researchers lower a probe into an opening in the ice to measure water temperature and salinity up to a depth of 200 metres.

Analysis of the winter surface layer makes it possible to forecast summer oceanographic conditions. In winter, this surface layer of water features temperatures that are typically near the freezing mark for Gulf waters, which is around -1.7°C. In the spring, the winter surface layer remains partly isolated below the warming surface waters to form the cold intermediate layer. A thick surface layer in winter therefore means a thick cold intermediate layer in summer. Monitoring over the past 14 years has revealed that between 30 and 45 percent of the Gulf's waters are cooled to near freezing every winter, with corresponding effects on the thickness and minimum core temperature of the cold intermediate layer the following summer. The thickness of the winter surface layer — measuring an average of 75 metres — was below normal in 2009, slightly below normal in 2008 and near normal in 2007.

This information is very useful for biologists assessing fish stocks because the core of the cold intermediate layer, which remains at or below 2°C even in the hottest summer weather, serves as vital habitat for some organisms and a passageway for others. The period spent in the cold intermediate layer is a critical life stage for most commercially fished species. Every March, biologists and oceanographers eagerly await the data from the winter mission to find out what cold intermediate layer conditions will prevail for the rest of the year.

ADVICE

The Canadian Science Advisory Secretariat (CSAS) coordinates the DFO science advisory process in collaboration with the regional Centres for Science Advice. This network is responsible for maintaining high standards of excellence in the provision of peer-reviewed scientific information and advice in support of sound decision-making. During 2008-2009, 68 peer review meetings (advisory meetings and workshops) were conducted and almost 200 scientific publications were produced, including science advisory reports, research documents, proceedings and science responses. These covered a broad range of issues including stock assessments, species at risk, ecosystem assessments, effects of aquaculture, invasive species and marine protected areas. Several advisory reports that may be of interest to the general public were released on cod,

salmon, snow crab, beluga whales, sharks, seals and other species of particular interest. In addition, CSAS developed a risk-based framework to inform the prioritization of peer-review meetings to ensure that needed science advice is provided. CSAS publications and the calendar of activities are available at: **www.dfo-mpo.gc.ca/csas/Csas/Home-Accueil_e.htm**.

Sustainable Fisheries Framework Finalized

In 2008, DFO held two national workshops and established a National Working Group to develop a decision-making framework for Canadian shrimp and prawn fisheries. This initiative is an important first step towards helping these fisheries implement the "precautionary approach" and address eco-certification requirements to preserve their market access. For more information, see *Proceedings of the Precautionary Approach Workshop on Canadian Shrimp and Prawn Stocks and Fisheries; November 26-27, 2008:* **www.dfo-mpo.gc.ca/CSAS/Csas/Publications/Pro-CR/2008/2008_031_e.htm**.

The precautionary approach is a key aspect of the department's new Sustainable Fisheries Framework, which DFO Science played a central role in finalizing during 2008-2009. The framework incorporates existing policies on fisheries management, conservation, sustainable use, governance and economics with new and evolving policies. It also includes tools to monitor and assess conservation and sustainable use initiatives in order to identify areas that may need improvement. The key conservation and sustainable use policies include:

- a fishery decision-making framework incorporating the precautionary approach to resource management. This approach entails being cautious when scientific information is uncertain, unreliable or inadequate and not using the absence of adequate scientific information as a reason to postpone or fail to take action to avoid serious harm to the resource;
- a policy to manage the impacts of fishing on seafloor habitat, communities and species; and
- a policy on new fisheries for forage species to ensure they are conducted in ways that are compatible with the conservation and sustainability of the entire ecosystem.

Assessing the Status of Atlantic Cod Stocks

In March 2009, DFO scientists completed an assessment of the status of five managed Atlantic cod populations in order to develop advice within DFO. This meeting, known as a Zonal Advisory Process, is one step in a comprehensive decision-making process leading to the development and adoption of fishery management plans for 2009. The two-week scientific peer review involved the evaluation of all relevant fishery and research information available for each stock, including: DFO and industry monitoring programs, data from fishing activities, direct input from resource users, and research and monitoring of the state of the ocean and predators and prey of cod.

The review concluded that four of the five managed cod stocks were below the conservation limits for the stocks — the point at which the ability of the stock to rebuild is compromised. The assessed stocks included:

- Eastern and northern Newfoundland: after nearly 20 years of collapse, this stock is showing evidence of an increase in abundance in a limited part of its historical offshore range primarily due to improved cod survival, but it still remains well below historical levels of biomass.
- Southern Newfoundland: this stock has declined substantially in the offshore and is, at best, stable in the inshore. Young cod appear to be relatively abundant. This stock was just above the conservation limit.
- Northern Gulf of St. Lawrence: still near its lowest level in the historical record and increasing very slowly, if at all. Mortality from non-fishery causes remains high. There is evidence that young cod are fairly numerous.
- Southern Gulf of St. Lawrence: at its lowest level ever observed and declining. Non-fishery mortality is so high that there is a moderate risk that the stock will continue to decline even with no fishing.
- Western Scotian Shelf and Bay of Fundy: this stock is also at or near the lowest level ever observed and non-fishery mortality is also very high.

For more information, visit: **www.dfo-mpo.gc.ca/csas/**

Photo: DFO

Using DNA markers to differentiate between mussel species, DFO scientists are helping mussel farmers in Newfoundland identify the best sites for seed collection and assess the quality of their stocks.

DNA Markers Aid in Mussel Seed Stock Evaluation

Future expansion of the mussel culture industry in Newfoundland is restricted by the quantity and quality of seed supply. Identifying new potential seed collection sites for commercial development is an industry priority. Many indigenous seed stock sites along the Newfoundland coast have relatively high proportions of the species *M. trossulus*, which has been a major source of problems for industry in the past due to poor growth, poor production performance and unsatisfactory shell appearance in the marketplace. Before commercial investment in new seed stocks can be recommended, there is a pressing need to conduct trial performance evaluations to ensure the stocks are high-performance *M. edulis* and not *M. trossulus*.

To aid in this process, a DFO research team at the Northwest Atlantic Fisheries Centre in St. John's, N.L., is using two DNA markers (Me16/16 and ITS) for differentiating between the two species. This enabled the team, led by DFO research scientist Randy Penney, to determine the ratio of each species in several seed stocks and to quickly and accurately identify high-performance seed stock for collection. Trials are also being carried out to see how well the stocks perform when transferred to new sites and to determine if this is a viable option for growers. The initial findings of this research, which is funded by DFO's Aquaculture Collaborative Research and Development Program, were presented to growers in March 2009. The technique is now being used to help growers in Newfoundland assess the quality of their stocks and identify the best sites for seed collection.

Regulatory Research on Ecosystem Interactions with Shellfish Aquaculture

The DFO Program for Aquaculture Regulatory Research (PARR) is designed to increase scientific knowledge and to support informed decisions related to the federal regulation of aquaculture, including commitments to ecosystem-based management. Regulatory research on shellfish culture in the Maritimes Region of DFO includes the development of knowledge, predictive tools, monitoring strategies and indicators of local- to bay-scale ecological effects of cultivated mussels. The goal is to minimize the key social and environmental issues associated with mussel farming while permitting the industry to remain economically viable.

In 2008, a research project at one of the largest mussel culture operations in Canada, led by Dr. Peter Cranford of the Bedford Institute of Oceanography, tested the effectiveness of both the environmental impact assessment predictions for this site and the ongoing monitoring program. The findings will be used to recommend improvements to mussel culture site assessment protocols.

Since the extent and magnitude of ecological interactions with mussel culture are always site-specific, studies at multiple sites enhance our capacity to predict and assess impacts. National and international collaborations aid in the development of expertise and approaches to farm management. In 2008-2009, Dr. Cranford was also very active in international research aimed at improving aquaculture and standards for certification.

A Well of Expertise in Aquaculture Systems

The tank room at the Maurice Lamontagne Institute in Mont-Joli, Quebec, is a state-of-the-art facility designed for large-scale, controlled-environment experimental studies on living organisms gathered at sea and kept in seawater tanks.

Many groups, partners and consultants model their own research equipment on this room, or draw from it to create special exhibits and educational activities on the marine sciences. Among other achievements, the team responsible for the aquaculture system, led by Bernard Chenard, came up with the basic design for a boat-shaped aquarium installed in 2009 at the St. Lawrence Exploration Centre in Rivière-du-Loup, Quebec. Organizations such as the Aquarium du Québec, the Institut des sciences de la mer de Rimouski and government research centres regularly consult with this group of scientists on the construction and upgrading of facilities using seawater. Discussions focus on sophisticated heat exchanger or cooling systems, seawater-resistant materials, piping and mechanical and technical specifications, as well as on a host of new aquaculture techniques.

Photo: F. Tremblay

The tank room at the Maurice Lamontagne Institute provides a venue for large-scale, controlled-environment studies.

An 18-day survey of 500 square kilometres of seabed off the south coast of Newfoundland was among the many surveys carried out by the Canadian Hydrographic Service in 2008-2009. Ship- and launch-based multibeam echo sounders were used to collect the data. The coloured areas of CHS Chart 4826 represent the survey area, with warmer colours corresponding to shallower waters and cooler colours representing deeper waters.

Photo: Canadian Hydrographic Service, Atlantic Region

Hydrographic Surveys Highlight Diversity of Applications

Since 1883, the Canadian Hydrographic Service (CHS) has channeled its in-depth knowledge and extensive expertise into charting our waters. Today, CHS offers everything from three-dimensional views of Canada's seabeds to real-time updates on water levels in the St. Lawrence River, and more. In 2008, the Canadian Hydrographic Service (CHS) carried out surveys from coast to coast to coast to gather data for its own hydrographic charting program as well as for other federal departments and agencies including Natural Resources Canada (NRCan) and the Canadian Coast Guard. Among the projects CHS undertook were:

- a seven-week survey of the eastern Arctic to collect data for updating the nautical charts for harbours and approaches to Resolute, Arctic Bay and Nanisivik, the proposed site of a deep-water port;
- the completion of the three-year Geoscience for Management and Economic Development survey in the Bay of Fundy, in collaboration with NRCan, to create surficial geology maps to help determine the best location for experimental tidal generators in the Minas Channel area;
- an 18-day survey of some 500 square kilometres of seabed off the south coast of Newfoundland within the limits of CHS Chart 4826, which includes an area of 1,300 square kilometres of uncharted shoals, isolated rocks and islands, some of which are poorly positioned on the chart. The survey will aid in charting a safe route from the Newfoundland communities of Ramea and Francois to the Penguin Islands to enable resupply of the light station and to aid navigation during search and rescue missions;
- a joint survey by CHS, NRCan and the engineering company C-CORE of Newfoundland to map Makkovik Bank off the coast of Labrador, a potential area for oil and gas development. The main goal was to map iceberg scours since icebergs pose a risk to both wellheads and undersea piping infrastructure;
- a 10-day survey of the Strait of Honguedo in the Gulf of St. Lawrence south of Anticosti Island, in collaboration with the Geological Survey of Canada. Bathymetric and stratigraphic surveys were conducted for NRCan's Program of Energy Research and Development to evaluate the stability of the sea floor in an area for potential offshore oil and gas development.

Canadian Hydrographic Service staff carried out topographic and hydrographic surveys in Pangnirtung, Nunavut, and Cumberland Sound to support the design and construction of a new harbour facility.

Photo: DFO, Terese Herron

Hydrographers Support New Small Craft Harbours Project in Pangnirtung

The Canadian Hydrographic Service (CHS) completed field surveys in Pangnirtung, Nunavut, during 2008. The data are being used to develop the critical base mapping necessary for DFO's Small Craft Harbours program (SCH) to design and construct the best possible facility for the community. SCH operates and maintains a national system of harbours that provide safe and accessible facilities to commercial fish harvesters and other users.

In July 2008, CHS deployed two submersible tide gauges and two current meters in Cumberland Sound and returned to retrieve the data in September. This survey provided ocean current information to SCH while also allowing CHS to confirm maximum tidal ranges and improve the accuracy of tidal predictions in the region.

CHS also conducted topographic surveys to supplement both the Nunavut mapping and the 2003-2004 hydrographic surveys, completing the engineering surveys required by Small Crafts Harbours.

Activities in Support of Species at Risk

In support of the *Species at Risk Act* (SARA), DFO held a National Science Workshop in 2008 to assist in the development of guidelines for the nationally consistent interpretation of terms and concepts that are used in the preparation of Recovery Potential Assessments and other activities related to the *Species at Risk Act*. More than 60 DFO staff from across Canada attended the workshop, the results of which will be published in the Canadian Science Advisory Secretariat series of Science Advisory Reports.

DFO Science also contributed to the preparation of species status reports for the Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada (COSEWIC). Peer-review meetings were held to transfer DFO data to COSEWIC for darkblotched rockfish, yellowmouth rockfish, wavy-rayed lampmussel, dolly varden (northern form), Atlantic cod, barndoor skate, Atlantic salmon and Atlantic whitefish. The proceedings of these meetings will be available on the CSAS website (www.dfo-mpo.gc.ca/csas/). The Science sector also contributed to the development of several Government of Canada Species at Risk policies, as well as to guidelines on critical habitat, especially identification.

MANAGEMENT OF DATA AND INFORMATION

Real-time Ocean Data Collection Nearly Doubles

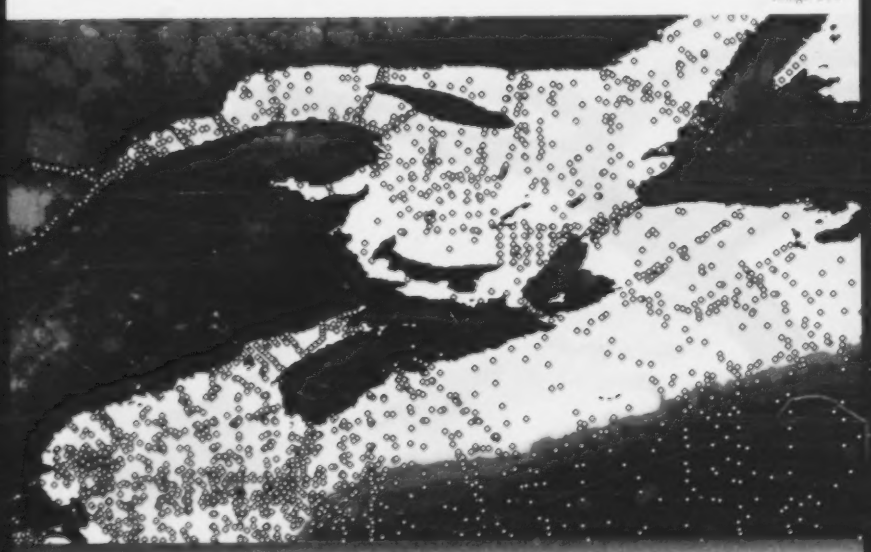
The volume of ocean data managed by the Science Sector's Integrated Science Data Management (ISDM) Branch during 2008-2009 continues to grow. For example, the number of ocean temperature profiles reported within a few days of collection has nearly doubled from 18,000 to 32,000. This is largely due to the continuing support of the global Argo floats program by the international community. In addition to managing the real-time global data from Argo, ISDM also processes and manages the data from about 120 Canadian floats, which, in 2008-2009, returned about 3,700 profiles of both temperature and salinity from the ocean surface to depths of up to 2,000 metres.

ISDM manages data for DFO programs such as the Atlantic Zone Monitoring Program, BioChem (the water sample and plankton database), as well as the international Surface Drifter Program. This latter program provides almost one million records a month of measurements of ocean variables such as water and air temperature, air pressure and air pressure changes. These are used by all national meteorological services with atmospheric modelling capability for short-term weather prediction.

The branch also coordinates funding for improving data management activities within DFO Science. This fund supports a variety of initiatives including extending data management capabilities by developing new data access capabilities through web services technology. Efforts are also underway to secure older data by processing them into managed archives. In 2008-2009, the emphasis was on processing older data from the Canadian Arctic so it can provide historical context for data collected by International Polar Year research.

To improve accessibility to information for Canadians, ISDM used database technology and modern web development tools to rebuild the web pages of ISDM as well as other DFO Science groups including the Canadian Hydrographic Service and Strategic Science Outreach.

Image: DFO



Did you know?

BIOCHEM ARCHIVES

Dots on the map (left) represent locations where some of the data are collected for the BioChem database, which is managed by DFO's Integrated Science Data Management Branch. As of January 2008, the BioChem archives became accessible via the Internet to anyone wanting to query its growing database (**www.meds-sdmm.dfo-mpo.gc.ca/biochem/Biochem_e.htm**). In the past year, ISDM also converted many of the archives to more user-friendly modern technologies so other government departments, universities, the private sector, non-governmental organizations and the general public can easily access them.

The Canadian Hydrographic Service is in the process of converting the *64 Sailing Directions* publications (below) to print-on-demand delivery (below). In 2008-2009, CHS also introduced eight new electronic navigational charts for the communities in Nunavik that are marked by red dots on the map (right).

Map: DFO, John Mercuri

DATA PRODUCTS AND SERVICES

Modernizing the Delivery of Navigation Products

Since 2007, the Canadian Hydrographic Service (CHS) has been improving the delivery of hydrographic data and navigation products to mariners and the scientific community through its digital products and intellectual property licensing program. As Canada's official hydrographic office, CHS is responsible for and strives to offer the most reliable navigational charts of Canadian waters. This includes the production and distribution of charts in paper as well as in two electronic formats to meet both commercial shipping and recreational boating needs. Improvements in 2008-2009 included:

- the introduction of new CDs of Arctic charts, one for raster navigational charts (RNCs) in the BSB* raster format and one for vector electronic navigational charts (ENCs) in the international S-57 standard format. The S-57 ENC CD includes eight new releases for communities in Nunavik; and
- the development of a system to enable registered users to download updates, new editions and new charts from the CHS web site at **www.charts.gc.ca**. Full implementation of this service is expected by 2010.

Hydrographic and bathymetric data collected by CHS is used for charting and also by hundreds of stakeholders for research, engineering projects and a variety of other purposes. In 2008-2009, CHS reached more users by negotiating intellectual property licence agreements with companies to add new features and functions to CHS data and charts. These products were redistributed for use with electronic chart systems, chart plotters, hand-held mobile devices and smart phones such as the iPhone.

CHS also expanded the number of products delivered by print-on-demand and began converting the 64 *Sailing Directions* publications to this method. Nautical charts and *Sailing Directions* delivered by print-on-demand improve safety for mariners by ensuring products are printed only when ordered by a dealer so the mariner receives the most recent changes and notices.

* BSB is a standard computer file format used in the distribution of raster nautical charts.

Image: CHS-DFO

From 2006 to 2009, the Canadian Hydrographic Service resurveyed the waters around Kitimat, B.C. The 2009 survey area, which appears on the terrain map as colour-coded bathymetric depths from 0 metres (dark red) to 400 metres (dark blue), encompassed the northern end of Douglas Channel — the main channel into Kitimat — as well as some subsidiary channels including Devastation, Loretta and Sue channels and Verney Passage.

Kitimat: New Charts Aid Navigation for West Coast Port

With changing commercial development comes changing shipping needs. Such is the case on British Columbia's northern coast in the approaches to Kitimat. The area's diverse shipping activities range from commercial carriers, ferries, cruise ships, tugs and tows to fishing vessels and recreational users. In light of the proposed development of a petroleum export and condensate import terminal in Kitimat, the Canadian Hydrographic Service (CHS) has been modernizing its suite of navigational products for the area. To support the development of 24 new charts, CHS resurveyed 95 percent of the area between 2006 and 2009. To date, CHS has released six new bilingual charts based on North American Datum 83* with common scales and metric units, and 21 Electronic Navigational Charts to meet existing demand.

* NAD83 stands for North American Datum 1983, which is the standard reference system of geographic coordinates for the Earth approved for use by map and chart makers in the U.S., Canada and Central America.

Canadian Hydrographic Conference 2008

The Canadian Hydrographic Service supported the Canadian Hydrographic Association (CHA) and the Association of Canada Lands Surveyors (ACLS) in co-hosting the *Canadian Hydrographic Conference 2008*, which was held in Victoria, British Columbia, in May. The theme of the conference was "Bringing Land and Sea Together". More than 500 delegates and exhibitors from 16 countries, representing both land and sea surveying, attended this international event. Discussion focused on the many challenges and opportunities for the profession in the 21st century, and promoted the transfer of ideas, knowledge and technology within the greater geomatics community.

Strategic Science Outreach

In support of a science culture in Canada, DFO Science continued its efforts to build awareness of the aquatic sciences with key audiences including the science and research communities in governments, universities and at the international level, plus the Canadian public. To make DFO science more accessible, Strategic Science Outreach (SSO) launched an online directory of DFO's scientists. Online DFO Science Stories continued to gain in popularity, and are delivered automatically to subscribers on a regular basis. In support of the department's International Polar Year (IPY) projects the unit hosted *Oceans and Marine Life Polar Day*, a day of lectures and celebration. The unit managed the publication of a series of key direction documents for Science Renewal concerning research priorities and the move to an ecosystem approach to science. The unit produces the DFO Science Annual Report and manages external alliances and partnerships among federal and provincial partners related to science conferences and exhibits at national science centres, outreach activities with non-governmental organizations that contribute to science learning and curricula, and activities involving staff such as internal and external lectures on science.

- Subscribe to Science Stories, at: **www.dfo-mpo.gc.ca/science/publications/article/index-eng.asp**
- See *Oceans and Marine Life Polar Day*, at: **www.api-ipy.gc.ca/webcst-eng.html**
- See the Scientist Directory, at: **www.meds-sdmm.dfo-mpo.gc.ca/sdb-bds/listings-liste.do?lang=eng**
- Science publications, videos and multimedia presentations are online at: **www.dfo-mpo.gc.ca/science/publications/index-eng.htm**

SECTION 3 | Recognizing Excellence

Photo: D. Gordon

Dr. Donald C. Gordon received the 2008 DFO Timothy R. Parsons Medal for Excellence in Multidisciplinary Ocean Sciences.

AWARDS

Dr. Donald C. Gordon – DFO Timothy R. Parsons Medal 2008

Dr. Donald C. Gordon, Scientist Emeritus with the Ecosystem Research Division at the Bedford Institute of Oceanography, received the 2008 DFO Timothy R. Parsons Medal for Excellence in Multidisciplinary Ocean Sciences. During his 35 years at DFO and in his retirement, Dr. Gordon authored more than 65 primary publications and nearly 100 interpretive scientific reports and popular articles. His work has significantly influenced government policy and regulation with respect to the protection and ecosystem-based management of Canadian ocean resources. He influenced the assessment and regulation of offshore oil and gas development on Canada's east coast, provided the scientific basis for fisheries closures to protect coral communities and spearheaded the inclusion of habitat issues into fisheries management plans.

Dr. Robert James Young: Great Lakes Fishery Commission — Vernon Applegate Award for Outstanding Contributions to Sea Lamprey Control

Dr. Robert Young of DFO's Arctic Aquatic Research Division received the Vernon Applegate Award from the Great Lakes Fishery Commission for providing positive leadership while continually challenging conventional sea lamprey management techniques and for helping create and refine clear management goals and methods for sea lamprey control in the Great Lakes. Dr. Young has been involved in sea lamprey management since 1988 and was one of the earliest researchers to quantify the effects of St. Mary's River remediation on the increased production of sea lampreys from this system. He chaired the committee that began the review process for sea lamprey control methods used in the Great Lakes, which led to the refinement of models and methods used to evaluate overall program success.

On behalf of the Great Lakes Fishery Commission, DFO Assistant Deputy Minister of Science Dr. Wendy Watson-Wright presents the Vernon Applegate Award to Dr. Robert Young.

Photo: Heather McDermott

Dr. Richard Beamish receives an Honorary Doctor of Science degree from Vancouver Island University.

Dr. Richard Beamish: Vancouver Island University — Honorary Doctor of Science Degree

Dr. Richard Beamish received an honorary Doctor of Science degree from Vancouver Island University in 2009. As a graduate student in 1969, Dr. Richard Beamish co-discovered the problem of acid rain in North America. He has worked as a research scientist for DFO's Pacific Biological Station for 36 years and has authored or co-authored more than 250 scientific papers and reports, for which he has received national and international awards and recognition, including the Order of Canada. Dr. Beamish also represents Canada on many prestigious international panels and commissions.

Dr. Denis Lefaivre: 2009 Geoff Howell Citation of Excellence for Innovation from Environment Canada

Dr. Denis Lefaivre, research scientist and Manager, Modelling and Operational Oceanography, for DFO's Canadian Hydrographic Service (Quebec Region), was one of 10 co-recipients of the 2009 Geoff Howell Citation of Excellence for Innovation from Environment Canada. Dr. Lefaivre was recognized for his exceptional contribution to the development and implementation of the Canadian Coupled Atmosphere-Ocean-Ice Forecast System, which has significantly improved the prediction of atmosphere, ocean and ice conditions in the Gulf of St. Lawrence. This innovative system is the result of collaboration between DFO and Environment Canada.

Photo: DFO, J. Poulin

Prix d'Excellence – DFO Science Award Recipients

The Prix d'Excellence is Fisheries and Oceans Canada's most prestigious award, honouring individuals and teams who have made exemplary contributions to the Department. On June 12, 2009, employees of the DFO Science Sector listed below received awards.

AWARD RECIPIENT	AREA OF EXCELLENCE	REGION	REASON FOR AWARD
Dr. Richard Beamish, James A. Boutillier, Robin Brown, Chrys-Ellen M. Neville and Roger Wysocki	Values and Ethics	Pacific and National Capital regions	For their contributions to DFO's Bowie Seamount Marine Protected Area (MPA) Designation Team. The team held consultations with First Nations, neighbouring communities, academia, environmental organizations, industry groups and various levels of government to build consensus on designation. The Bowie Seamount MPA was officially designated on April 19, 2008.
C.E. Bourgeois, Keith Clarke, Richard F. Goosney, P. Eng., John Murray, Curtis J. Pennell and T. Rex Porter	Service Delivery	Newfoundland and Labrador Region	For their contributions to the DFO Exploits River Salmon Smolt Diversion Team. The team collaborated with industry to reduce the mortality of salmon smolts during their migration by diverting them from power plant water intakes on the Exploits River at Grand Falls and Bishop's Falls, N.L. The development and installation of state-of the-art equipment and the implementation of new operating procedures has led to a 17 percent increase in the survival rate of salmon molts over the past 15 years.
Dr. John D. Neilson	Policy and/or Science	Maritimes Region	For selfless dedication to his work at DFO and as a mentor to staff, colleagues and students. In a career spanning more than 25 years, Dr. Neilson has deepened our understanding of fish ecology and advanced Canada's ability to manage its fisheries. His research, including studies of bluefin tuna and other large pelagic species, has greatly strengthened Canada's international governance profile.

AWARD RECIPIENT	AREA OF EXCELLENCE	REGION	REASON FOR AWARD
G. E. (Beth) Piercey	Policy and/or Science	Pacific Region	For excellence in fieldwork as a research technician who protects Canadian waters from invasive species, which are commonly harboured in the ballast water of ships or in sediment picked up along the way. Collecting samples from ships for analysis can be difficult and dangerous work for which Ms. Piercey has shown a high level of professionalism and perseverance.
Dr. Gayle S. Brown, Sandy R. A. C. Johnston, Dr. Richard E. McNicol, Charles K. Parken and Frank Quinn	Policy and/or Science	Pacific Region	For their contributions to the Pacific Salmon Treaty Team and the spirit of collaboration they brought to the treaty negotiations with the United States. Working with First Nations, fishing groups and environmental organizations, they developed a treaty that benefits Canadians, protects Pacific salmon species and lays the groundwork for a more sustainable fishery in western Canada.
Louise Gendron	Policy and/or Science	Quebec Region	For her contributions to the DFO Lobster Conservation Team. To rejuvenate lobster stocks in the Gulf of St. Lawrence, the team developed a detailed conservation plan and Louise Gendron used statistical analysis to show fishers that following the plan would lead to an increase in lobsters. Over the past 12 years, the size of the average lobster harvested in the region has grown by 25 percent and egg production has doubled.
Dr. Robert H. Devlin	Policy and/or Science	Pacific Region	For his exceptional work as a research scientist in fields ranging from gene structure and function to fish health and behavioural ecology. Dr. Devlin is a world authority on risk assessment related to genetically modified salmon and is highly regarded for his work on fish reproduction physiology and genetics.

Prix d'Excellence – DFO Science Award Recipients

The Prix d'Excellence is Fisheries and Oceans Canada's most prestigious award, honouring individuals and teams who have made exemplary contributions to the Department. On June 12, 2009, employees of the DFO Science Sector listed below received awards.

AWARD RECIPIENT	AREA OF EXCELLENCE	REGION	REASON FOR AWARD
Dr. Richard Beamish, James A. Boutillier, Robin Brown, Chrys-Ellen M. Neville and Roger Wysocki	Values and Ethics	Pacific and National Capital regions	For their contributions to DFO's Bowie Seamount Marine Protected Area (MPA) Designation Team. The team held consultations with First Nations, neighbouring communities, academia, environmental organizations, industry groups and various levels of government to build consensus on designation. The Bowie Seamount MPA was officially designated on April 19, 2008.
C.E. Bourgeois, Keith Clarke, Richard F. Goosney, P. Eng., John Murray, Curtis J. Pennell and T. Rex Porter	Service Delivery	Newfoundland and Labrador Region	For their contributions to the DFO Exploits River Salmon Smolt Diversion Team. The team collaborated with industry to reduce the mortality of salmon smolts during their migration by diverting them from power plant water intakes on the Exploits River at Grand Falls and Bishop's Falls, N.L. The development and installation of state-of the-art equipment and the implementation of new operating procedures has led to a 17 percent increase in the survival rate of salmon molts over the past 15 years.
Dr. John D. Neilson	Policy and/or Science	Maritimes Region	For selfless dedication to his work at DFO and as a mentor to staff, colleagues and students. In a career spanning more than 25 years, Dr. Neilson has deepened our understanding of fish ecology and advanced Canada's ability to manage its fisheries. His research, including studies of bluefin tuna and other large pelagic species, has greatly strengthened Canada's international governance profile.

AWARD RECIPIENT	AREA OF EXCELLENCE	REGION	REASON FOR AWARD
G. E. (Beth) Piercey	Policy and/or Science	Pacific Region	For excellence in fieldwork as a research technician who protects Canadian waters from invasive species, which are commonly harboured in the ballast water of ships or in sediment picked up along the way. Collecting samples from ships for analysis can be difficult and dangerous work for which Ms. Piercey has shown a high level of professionalism and perseverance.
Dr. Gayle S. Brown, Sandy R. A. C. Johnston, Dr. Richard E. McNicol, Charles K. Parken and Frank Quinn	Policy and/or Science	Pacific Region	For their contributions to the Pacific Salmon Treaty Team and the spirit of collaboration they brought to the treaty negotiations with the United States. Working with First Nations, fishing groups and environmental organizations, they developed a treaty that benefits Canadians, protects Pacific salmon species and lays the groundwork for a more sustainable fishery in western Canada.
Louise Gendron	Policy and/or Science	Quebec Region	For her contributions to the DFO Lobster Conservation Team. To rejuvenate lobster stocks in the Gulf of St. Lawrence, the team developed a detailed conservation plan and Louise Gendron used statistical analysis to show fishers that following the plan would lead to an increase in lobsters. Over the past 12 years, the size of the average lobster harvested in the region has grown by 25 percent and egg production has doubled.
Dr. Robert H. Devlin	Policy and/or Science	Pacific Region	For his exceptional work as a research scientist in fields ranging from gene structure and function to fish health and behavioural ecology. Dr. Devlin is a world authority on risk assessment related to genetically modified salmon and is highly regarded for his work on fish reproduction physiology and genetics.

AWARD RECIPIENT	AREA OF EXCELLENCE	REGION	REASON FOR AWARD
Dr. J. Steve Macdonald and Erland MacIsaac	Policy and/or Science	Pacific Region	For their contributions to the Riparian Areas Regulation Team. The team spent five years working and negotiating with provincial staff to ensure that the natural features, functions and conditions that support fish life processes in urban riparian areas are adequately protected. Their work led to the signing of an Intergovernmental Cooperative Agreement in June 2008 between the Ministry of the Environment, Union of B.C. municipalities and DFO.
Dr. Arthur E. Collin	Policy and/or Science	National Capital Region	For his leadership and science and technology initiatives, which have strengthened public policy and the way government manages its science enterprises.

Pêches et Océans Canada | Fisheries and Oceans Canada

SECTEUR DES SCIENCES

Rapport annuel 2008-2009

Canada

Publié par :

Pêches et Océans Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0E6

Secteur des sciences – Rapport annuel 2008-2009

Also available in English.

MPO/2010-1643
N° de cat. Fs1-73/2009
ISBN 978-1-100-51025-5
N° de cat. Fs1-73/2009F-PDF
ISBN 978-1-100-93465-5

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada 2010

La version électronique du présent rapport se trouve sur le site Web : **www.dfo-mpo.gc.ca/science**

Pour obtenir de plus amples renseignements ou pour obtenir des exemplaires supplémentaires de ce rapport, veuillez communiquer avec la Direction générale des communications de Pêches et Océans Canada, à l'adresse ci-dessus, ou par courrier électronique à l'adresse suivante : **info@dfo-mpo.gc.ca**

Téléphone : 613-993-0999
Télécopieur : 613-990-1866
Téléimprimeur : 1-800-465-7735

Autorisation de reproduction : Sauf avis contraire, l'information contenue dans cette publication peut être reproduite, en totalité ou en partie et de quelque façon que ce soit, sans frais et autre autorisation de Pêches et Océans Canada, pourvu qu'une diligence raisonnable soit exercée afin d'assurer l'exactitude de l'information reproduite, que Pêches et Océans Canada soit mentionné comme la source de l'information et que la reproduction ne soit présentée ni comme une version officielle ni comme une copie ayant été faite en collaboration avec Pêches et Océans Canada ou avec son consentement.

Reproduction dans un but commercial : Pour obtenir l'autorisation de reproduire l'information contenue dans cette publication dans un but commercial, veuillez envoyer un courriel à : **info@dfo-mpo.gc.ca**

Références photographiques :

Sauf indication contraire, toutes les photographies publiées dans le présent rapport sont protégées par les droits d'auteur de Pêches et Océans Canada. Les photographies de Pêches et Océans Canada peuvent être reproduites sans frais avec mention de la source. Dans le cas de photographies qui n'appartiennent pas à Pêches et Océans Canada, il faut obtenir la permission du photographe mentionné dans la référence photographique, et des frais pourraient être exigés.

Sur la couverture du Rapport annuel, de gauche à droite :

Photographies illustrant 100 années d'activité scientifique à la Station biologique de St. Andrews et à la Station biologique du Pacifique : Canada atlantique : un groupe de chercheurs en mer, vers 1915; laboratoire de la Station biologique du Pacifique, vers 1925-1930; prélèvement océanographique dans l'Atlantique, vers 1915; pêche au filet maillant du cyprinoïde d'Oregon, Cultus Lake, en Colombie-Britannique, 1937.

TABLE DES MATIÈRES

Message de la sous-ministre adjointe du Secteur des sciences 1

Principales réalisations 2

Section 1 : Principaux thèmes de 2008-2009 3

Un siècle de recherche océanographique 4

La Station biologique de St. Andrews et la Station biologique du Pacifique fêtent leur 100e anniversaire 4

Changement climatique 6

Évaluation des nouveaux risques et possibilités et préparation connexe 6

Les épaulards et la réduction de la glace marine : Le saviez-vous? 8

Section 2 : Des activités scientifiques qui comptent pour les Canadiens 9

Recherche ciblée 10

La stratégie de survie de la crevette nordique pourrait échouer si les océans se réchauffent 10

Recherche écosystémique : le détroit de Géorgie en plein changement 11

Le détroit de Géorgie hier et aujourd'hui : Le saviez-vous? 12

Dix ans de recherche scientifique au parc marin du Saguenay–St-Laurent 13

Krill : Le saviez-vous? 13

La communauté de poissons de mer dans le sud du golfe du Saint-Laurent subit des changements 14

Acidification des océans : perspective canadienne 14

Acidification des océans : Le saviez-vous? 15

Évaluation de l'hypoxie dans les eaux marines canadiennes 16

Une marée rouge mortelle dans l'estuaire du Saint-Laurent 16

Grâce à des techniques semblables à celles employés dans l'émission *CSI : Les experts* et à des otolithes de poisson, on a percé le mystère de l'histoire de la vie 17

La recherche novatrice sur le thon rouge contribue à la gestion internationale des stocks 18

La collaboration des Premières nations aide à repérer le saumon de l'arrière-baie de Fundy, qui est une espèce en péril 19

Associer le savoir autochtone et les connaissances scientifiques pour explorer les jardins de palourdes des Premières nations 20

Quais et brise-lames : Le saviez-vous? 20

La Région des lacs expérimentaux célèbre 40 ans de recherche à l'échelle de l'écosystème 21

Surveillance 22

Un système de pointe pour la prévision atmosphérique, océanique et de l'état des glaces 22

Trois décennies de données sur les pêches révèlent une évolution de la répartition du poisson liée aux variations climatiques 22

Les flotteurs dérivants Argo favorisent la surveillance dans la mer du Labrador 23

La recherche sur l'écosystème sonde le réseau trophique inférieur dans la mer de Beaufort 24
Le MPO contribue à l'évaluation de la biodiversité de l'Arctique 25
Exploration de la diversité du cisco des profondeurs 26
Une 400e sortie à la station de monitorage de Rimouski : hypoxie et acidification des eaux observées dans le golfe du Saint-Laurent 26
Le pistage du bar rayé dans la partie méridionale du golfe du Saint-Laurent 27
Sonder les eaux hivernales pour évaluer les stocks de poissons 28
Avis scientifiques 28
Parachèvement du Cadre pour la pêche durable 29
Évaluation de l'état des stocks de morue 29
Les marqueurs ADN facilitent l'évaluation des stocks de naissain de moule 30
Recherche sur la réglementation visant les interactions écosystémiques avec la conchyliculture 31
Un puits d'expertise en systèmes aquicoles 31
Le Service hydrographique du Canada présente toute une gamme d'applications 32
Les hydrographes appuient le nouveau projet de port pour petits bateaux à Pangnirtung 33
Activités à l'appui des espèces en péril 33
Gestion des données et de l'information 34
La quantité de données océaniques en temps réel a pratiquement doublé 34
Archives BioChem : Le saviez-vous? 34
Produits de données et services 35
Modernisation de la prestation de produits pour la navigation 35
Kitimat : De nouvelles cartes facilitent la navigation pour le port de la côte Ouest 36
Conférence hydrographique Canadienne de 2008 36
Promotion stratégique des sciences 36
Section 3 : Hommage à l'excellence 37
Prix et distinctions honorifiques 38

MESSAGE DE LA SOUS-MINISTRE ADJOINTE DU SECTEUR DES SCIENCES

Alors que de nouvelles initiatives de recherche novatrices et les programmes de surveillance permanente battent leur plein, cette année, le Secteur des sciences du ministère des Pêches et des Océans (MPO) a plongé dans ses racines puisque la Station biologique de St. Andrews et la Station biologique du Pacifique ont fêté leur centième anniversaire. Depuis longtemps, ces stations constituent des pôles de recherche halieutique et aquatique sur les côtes Est et Ouest du Canada.

Aujourd'hui, le Secteur des sciences du MPO perpétue la tradition d'excellence qui a vu le jour à la Station biologique de St. Andrews et à la Station biologique du Pacifique, en améliorant sans cesse son programme de recherche pour qu'il soit utile et efficace, en harmonie avec le mandat du Ministère et conforme aux priorités ministérielles et pangouvernementales. Le ***Programme de recherche quinquennal (2007-2012)***, qui adopte une approche écosystémique à l'égard de dix priorités de recherche, avance bon train. Parallèlement, nous disposons d'une marge de manœuvre pour donner suite à de nouvelles priorités, de nouveaux défis et de nouvelles possibilités.

Le présent rapport expose en détail le travail réalisé en 2008-2009, qui s'articulait autour des cinq fonctions clés du Secteur des sciences : recherche, surveillance, gestion des données et de l'information, avis scientifiques, et produits et services. Pour qu'un programme scientifique soit fructueux, il faut concilier ces cinq secteurs mais aussi favoriser les partenariats et les collaborations en vue d'accroître la capacité du programme. Comme l'illustre le rapport, nos chercheurs participent à un large éventail de collaborations et partenariats régionaux et nationaux faisant appel notamment à des universités, des municipalités, des propriétaires fonciers, des collectivités des Premières nations et des groupes de conservation. Le Secteur des sciences du MPO joue également un rôle prépondérant dans de nombreuses initiatives de recherche internationales, comme IndiSeas et l'Évaluation de la biodiversité de l'Arctique. Ces collaborations encouragent le partage des connaissances au profit des pêches et des enjeux aquatiques à l'échelle régionale, nationale et internationale.

Dans le cadre de ses efforts visant à rendre son programme efficace et abordable, le Secteur des sciences s'attache également à optimiser l'intégration des activités de recherche, comme en témoigne la synergie entre ses programmes de surveillance océanographique, l'Initiative des Sciences sur le changement climatique, les Initiatives régionales de recherche écosystémique et les Centres d'expertise. La mise en place de plusieurs centres d'expertise virtuels a également accru la collaboration, réduit les chevauchements et offert un point de service unique propre à répondre à de nombreux besoins en matière de recherche.

Mais les données et l'information scientifiques ne suffisent pas. C'est pourquoi nous nous efforçons inlassablement de faire en sorte que les avis scientifiques soient pris en compte dans l'élaboration des politiques et la prise de décisions, et que les Canadiens soient informés des produits, des services et de l'information que nos activités mettent à leur disposition.

Quand ce rapport sera publié, j'occuperai mon nouveau poste de directrice générale adjointe et de secrétaire exécutive de la Commission océanographique intergouvernementale (COI). Les États membres de cette organisation internationale relevant de l'UNESCO collaborent dans les domaines de la recherche, de la surveillance, des systèmes d'observation, de l'atténuation des risques et du renforcement des capacités en vue de favoriser le développement durable et la protection du milieu marin. Le Canada est un membre important de la COI et j'aurai plaisir à travailler avec mes nombreux collègues hors pair du MPO dans le cadre de mes nouvelles fonctions.

Wendy Watson-Wright, Ph.D.
Sous-ministre adjointe
Secteur des sciences, ministère des Pêches et des Océans

PRINCIPALES RÉALISATIONS

- Le Secteur a célébré le 100e anniversaire de la Station biologique permanente de St. Andrews sur la côte Est du Canada et de la Station biologique du Pacifique sur la côte Ouest.
- Il a établi l'Initiative des Sciences sur le changement climatique en vue d'améliorer les prévisions relatives aux changements climatiques dans les eaux canadiennes, de mieux comprendre les répercussions sur les écosystèmes aquatiques, de prévoir les nouveaux enjeux et de relever les éventuelles répercussions socio-économiques des changements climatiques et de la variabilité du climat.
- En collaboration avec Environnement Canada, le Secteur a lancé le Système canadien de prévision couplé atmosphère-océan-glace, afin d'améliorer les prévisions des conditions météorologiques et hydrologiques dans le golfe du Saint-Laurent.
- Le Secteur des sciences a effectué des relevés hydrographiques d'une côte à l'autre pour recueillir des données destinées au programme de relèvement hydrographique du Service hydrographique du Canada ainsi que fournir un soutien aux programmes des ministères et organismes fédéraux. Il devait entre autres mener à bien des activités hydrographiques sur place à Pangnirtung, au Nunavut, afin de fournir une cartographie de base essentielle à l'appui du Programme des ports pour petits bateaux du Ministère en vue de concevoir et de construire la meilleure infrastructure portuaire possible pour la collectivité.
- La Conférence hydrographique canadienne a eu lieu à Victoria, en Colombie-Britannique, en mai 2008.
- Le Secteur des sciences a mené des projets de recherche novateurs sur les stocks de thon rouge, qui ont influé sur la gestion de ces poissons grands migrateurs au Canada et à l'étranger.
- Il a entrepris sept Initiatives de recherche écosystémique (IRE) en vue de donner suite aux priorités régionales de recherche et d'élaborer et de mettre à l'essai des outils pour gérer les activités humaines dans les écosystèmes aquatiques du Canada.
- Il a effectué des travaux de recherche sur la variabilité naturelle et les risques d'acidification des océans pour les écosystèmes marins et les pêches au Canada.
- Le Secteur a entrepris une évaluation de l'hypoxie (manque d'oxygène) dans les eaux marines du Canada, laquelle aidera à interpréter les changements dans la répartition de certaines espèces de poisson.
- Il a contribué au projet international IndiSeas, qui vise à sélectionner les indicateurs mesurables les plus importants sur le plan écologique pour évaluer l'état et la santé de 19 écosystèmes marins de pêche dans le monde.
- Il a terminé l'évaluation du statut de cinq populations de morue faisant l'objet d'une gestion afin de formuler des avis concernant l'élaboration et l'adoption de plans de gestion des pêches en 2009.
- Le Secteur a contribué à la préparation de rapports de situation sur des espèces pour le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) et à l'élaboration de plusieurs politiques et lignes directrices fédérales sur les espèces en péril, notamment des lignes directrices sur la désignation de l'habitat essentiel.
- Il a amélioré la communication des données hydrographiques et la distribution des produits pour la navigation aux marins et à la communauté scientifique grâce aux produits numériques et au programme d'octroi de licences du Service hydrographique du Canada en augmentant le nombre de produits offerts grâce à l'impression sur demande; en ajoutant à la série existante un nouveau cédérom de cartes marines électroniques de l'Arctique ainsi qu'un nouveau cédérom de cartes marines matricielles de l'Arctique; et en mettant au point un système qui permet aux utilisateurs enregistrés de télécharger des mises à jour, de nouvelles éditions et de nouvelles cartes.

SECTION 1 | Principaux thèmes de 2008-2009

En 1945, Jack McConnell met à l'eau une drague Ekman dans le lac Lakelse en Colombie-Britannique pour échantillonner les sédiments. Des dragues semblables sont encore utilisées pour échantillonner les fonds marins mou.

Photographie : Fred Withler
Photo des archives de la Station biologique du Pacifique.

Quand la Station biologique du Pacifique a ouvert ses portes au printemps 1908, elle a accueilli des biologistes de la vie aquatique, des naturalistes de terrain et des chercheurs universitaires et bénévoles.

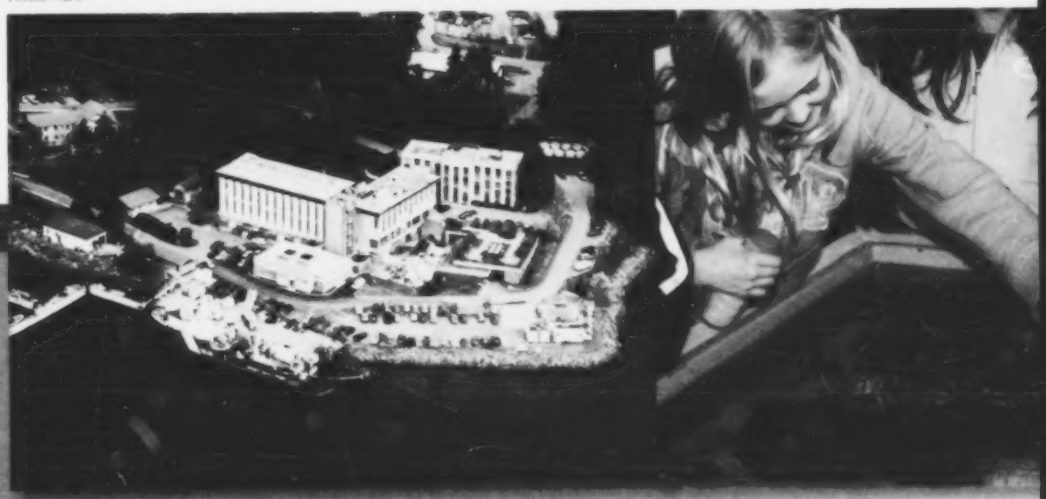
UN SIÈCLE DE RECHERCHE OCÉANOGRAPHIQUE

La Station biologique de St. Andrews et la Station biologique du Pacifique fêtent leur 100e anniversaire

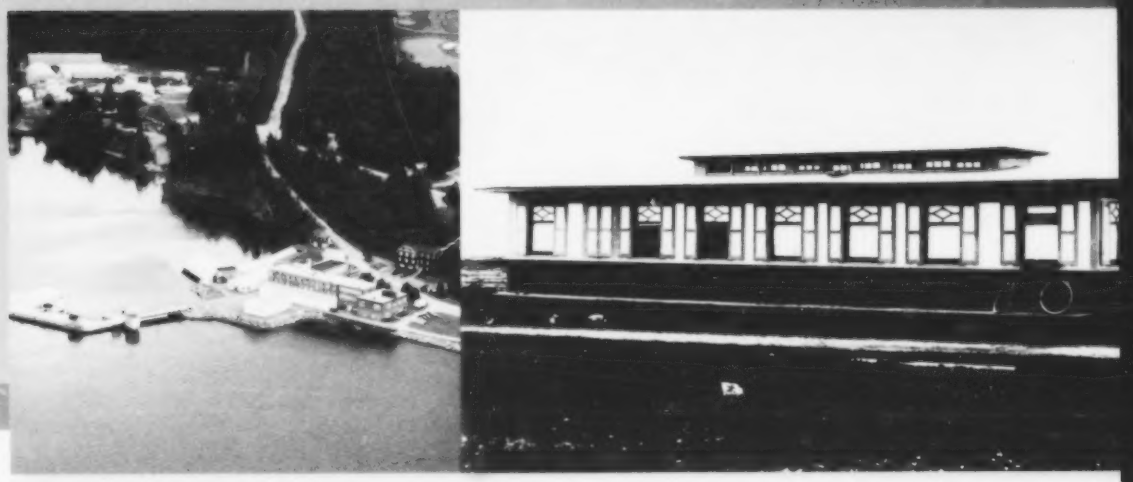
L'année 2008 marquait le centième anniversaire de l'établissement de la Station biologique permanente de St. Andrews (SBSA) sur la côte Est canadienne et de la Station biologique du Pacifique (SBP) sur la côte Ouest. Depuis, ces stations ont pris beaucoup d'expansion et la recherche a évolué grâce aux nouvelles connaissances et technologies.

Située à Nanaimo, en Colombie-Britannique, la Station biologique du Pacifique est le centre de liaison pour la recherche en sciences halieutiques et aquatiques sur la côte Ouest. Pendant les premières années, la station a accueilli un large éventail de chercheurs, notamment des biologistes de la vie aquatique, des naturalistes de terrain, des chercheurs universitaires et des chercheurs bénévoles. Son premier conservateur, le révérend George W. Taylor, était un naturaliste de terrain autodidacte, qui insistait sur l'importance de la rigueur scientifique pour effectuer une recherche minutieuse et méticuleuse, documenter celle-ci avec minutie et communiquer les résultats des recherches. Son approche a contribué à établir la réputation de la station, qui se démarque par la recherche halieutique d'avant-garde et de calibre mondial qui y est menée.

Photos : MPO



La station actuelle (à gauche) a attiré les foules lors de la célébration de son anniversaire, notamment de nombreux jeunes visiteurs qui se sont intéressés aux bassins de manipulation où ils ont pu toucher divers spécimens de la faune et de la flore marines locales (à droite).



La Station biologique de St. Andrews (à gauche) est devenue une station de recherche de calibre mondial depuis ses humbles débuts en tant que laboratoire mobile (à droite) en 1899. En 1908, une station permanente a ouvert ses portes à St. Andrews, au Nouveau-Brunswick, et l'année 2008 marque ainsi le 100e anniversaire de la Station.

Vers le milieu des années 1920, la SBP a entrepris des recherches sur des problèmes de pêche pratiques et a recruté du personnel scientifique permanent. Les installations, l'effectif et les programmes ont rapidement pris de l'expansion pour répondre aux demandes de solutions à des problèmes halieutiques nationaux et internationaux. En 1962, le nouveau navire de recherche océanographique *G.B. Reed* a étendu le rayon de recherche à la haute mer afin d'effectuer des recherches sur les migrations océaniques et l'habitat du poisson de fond, de la merluche et du saumon. À l'heure actuelle, plus de 250 chercheurs et employés de soutien de la SBP perpétuent cette tradition d'excellence, en menant à bien des programmes de recherche, notamment l'évaluation des stocks de toutes les espèces de poissons et mammifères marins et la prestation d'avis sur leur gestion, l'aquaculture, le milieu marin et la science de l'habitat, les sciences océaniques et la productivité. Pour en apprendre davantage sur la SBP, consultez les sites **www.pac.dfo-mpo.gc.ca/science/facilities-installations/pbs-sbp/index-fra.htm** et **www.pac.dfo-mpo.gc.ca/sci/pbs/Pages/buildingtext_f.htm**

Établie à Brandy Cove à St. Andrews, au Nouveau-Brunswick, la SBSA est devenue la première station permanente de recherche océanographique sur la côte atlantique du Canada. La recherche sur les pêches, l'environnement, l'océanographie et l'aquaculture a été prépondérante dans l'histoire de la station. Les premières recherches effectuées à la SBSA ont porté sur l'amélioration de la technologie des engins de pêche et les méthodes de manipulation, de transformation et de transport des produits de la pêche; l'identification de la flore et de la faune; les espèces d'importance commerciale; et l'océanographie dans la baie de Fundy et dans les eaux du Canada atlantique. Les chercheurs de la SBSA ont acquis un important savoir-faire dans chacun de ces domaines et ils ont ouvert la voie aux pratiques de conservation, à la réglementation de la pêche et aux méthodes d'évaluation et d'enquête halieutique.

La SBSA est devenue un institut de recherche fédéral comptant 80 employés, perpétuant une tradition de collaboration avec les chercheurs d'autres institutions fédérales et provinciales, d'universités et d'institutions privées en vue de fournir des avis sur la gestion responsable des ressources marines pêchées ou aquacoles. Ses programmes de recherche pluridisciplinaire portent sur l'aquaculture et les interactions biologiques, notamment la recherche sur l'aquaculture du saumon, l'aquaculture de nouvelles espèces de poissons à nageoires et de mollusques et crustacés; l'océanographie et les problèmes environnementaux; l'océanographie côtière; et l'écologie de la population, notamment des stocks transfrontaliers et des espèces en péril. Pour en apprendre davantage sur la SBSA, consultez les sites **www.mar.dfo-mpo.gc.ca/sabs/** et **www.mar.dfo-mpo.gc.ca/sabs/SABS-SBSA/SABS_History-fra.html**

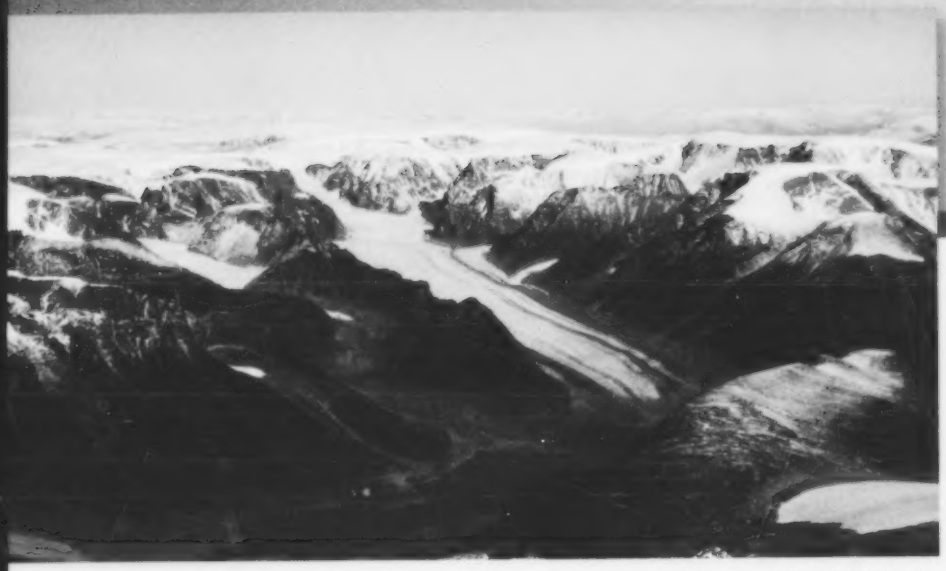


Photo : MPO, Leah Hartwig

Vue aérienne d'un glacier en recul du fjord Pangnirtung en septembre 2009. Les glaciers en recul et l'expansion de l'eau de mer à mesure qu'elle se réchauffe devraient contribuer à une hausse du niveau moyen de la mer à l'échelle du globe de 18 à 59 centimètres d'ici 2100.

CHANGEMENT CLIMATIQUE

Évaluation des nouveaux risques et possibilités et préparation connexe

Les océans, qui régulent le climat de la Terre par leurs interactions avec l'atmosphère, constituent un facteur clé dans tous les aspects du changement climatique. Le Canada, dont le littoral est le plus long au monde, est bordé par trois océans et il a donc tout intérêt à comprendre le rôle que jouent les océans dans le climat planétaire et les répercussions du changement climatique sur les écosystèmes marins et d'eau douce. Certaines de ces répercussions sont déjà visibles, notamment la diminution de la glace marine, les changements dans la répartition des poissons et des mammifères marins et les répercussions connexes sur la culture inuite traditionnelle liée à la chasse de subsistance.

Le changement climatique devrait avoir une influence sur de nombreux aspects du mandat du MPO, notamment la gestion de l'habitat et des pêches, les espèces en péril, les ports pour petits bateaux et la sécurité maritime. Le Ministère a mis en tête de sa liste des priorités la compréhension et l'évaluation des nouveaux risques et possibilités découlant des répercussions prévue, ainsi que la préparation adéquate. Bien que les risques pour les écosystèmes marins et l'infrastructure matérielle soient incontestables, le Ministère doit également être prêt à donner suite aux possibilités comme celles attribuables aux changements régionaux de productivité des pêches.

En 2008, le MPO a mis en place une initiative nationale des Sciences sur le changement climatique (ISCC) dans les buts suivants : améliorer nos prévisions concernant le changement climatique dans les eaux canadiennes (marines et douces) et notre compréhension des répercussions possibles sur les écosystèmes aquatiques; prévoir les nouveaux enjeux qui n'ont pas fait l'objet de recherches suffisantes; et déterminer les répercussions socio-économiques éventuelles du changement climatique et de la variabilité du climat sur les Canadiens et la communauté mondiale. Les projets s'articulent autour de trois thèmes centraux :

- la compréhension du rôle des océans dans les climats régionaux afin de mieux prévoir et gérer les répercussions futures. Les prédictions initiales et les projections de scénario mettent l'accent sur l'élaboration de modèles régionaux du climat océanique et de scénarios de changement climatique pour les côtes pacifique et atlantique;
- l'évaluation des vulnérabilités du changement climatique et des répercussions du changement climatique sur la composition, la structure et la fonction de l'écosystème; et
- l'étude des nouveaux enjeux qui pourraient avoir une incidence sur la santé de l'écosystème, notamment l'hypoxie (manque d'oxygène) et l'acidification.

Un des projets actuellement en cours a pour but d'élaborer des modèles informatiques régionaux du climat océanique ainsi que des scénarios pour le Canada atlantique. La réaction de l'Atlantique Nord-Ouest au changement climatique est particulièrement complexe en raison des influences concurrentes des flux arctiques, des eaux de ruissellement du continent, de la glace marine, du courant du Labrador et du Gulf Stream, et des masses d'air continentales et subtropicales. Pour établir les changements du climat océanique et leurs répercussions, l'équipe utilise des modèles régionaux illustrant les relations entre le plancton, la glace et l'océan, en plus de mettre à profit les

Les phoques se hissent sur la banquise dérivante au large des côtes du sud du Labrador. Le changement climatique menace cet habitat essentiel où les phoques qui se reproduisent sur la glace mettent bas et allaitent leurs petits.

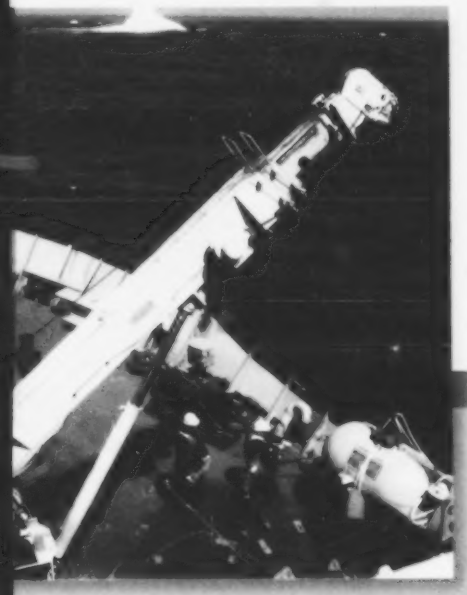
Photo : MPO, Dave McKinnon

connaissances régionales et les scénarios à plus grande échelle du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). On s'appuiera sur ce projet, qui met l'accent sur le système du plateau continental depuis le golfe du Saint-Laurent jusqu'au golfe du Maine, pour aborder divers enjeux liés au changement climatique à mesure qu'on disposera de plus amples renseignements émanant des modèles du climat mondial.

Les données de l'ISCC sont intégrées à la recherche menée dans le cadre de sept initiatives de recherche écosystémique (IRE) en cours au pays. En tenant compte du changement climatique et de la variabilité du climat, ces connaissances aideront à comprendre comment le climat peut influer sur les populations de poissons et la productivité des communautés et à élaborer des stratégies d'adaptation et de gestion des écosystèmes.

Ainsi, une équipe IRE examine les composantes biologiques et leurs interactions avec l'environnement physique du détroit de Géorgie. Pour lutter contre le changement climatique, l'équipe met au point un modèle régional qui reflétera les changements locaux prévus attribuables à la variabilité du climat mondial. Les configurations des vents côtiers établies à l'aide de 18 simulations de modèles climatiques mondiaux au XXIe siècle ont été examinées, tout comme les eaux douces côtières et les afflux atmosphériques, grâce à des séries temporelles s'étalant sur plusieurs décennies des débits fluviaux et des mesures du vent calculés par des bouées météorologiques côtières.

Photo : MPO, Tonny Joyce



Par ailleurs, les programmes d'observation continue des océans du MPO renforcent notre capacité à évaluer, prévenir et atténuer le changement climatique et la variabilité dans les écosystèmes aquatiques grâce à la collecte de données détaillées, intégrées et pluridisciplinaires. À cette information viennent s'ajouter des données obtenues grâce à la participation du Ministère à un réseau mondial de systèmes de surveillance océanographique qui aident à déceler les changements climatiques planétaires.

Certains centres d'expertise du MPO, comme le Centre national d'excellence pour la recherche aquatique dans l'Arctique, le Centre d'expertise sur les mammifères marins et le Centre de développement et d'application de modèles océaniques (CDAMO), contribuent également à la recherche sur le changement climatique. Les modèles informatiques couplés atmosphère-océan-glace à grande échelle élaborés sous les auspices du CDAMO aideront le Canada à se maintenir à la fine pointe de la recherche internationale sur l'océan et le climat.

À bord du NGCC *Hudson*, le personnel de l'Institut océanographique de Bedford et de la Garde côtière canadienne se prépare à déployer une bouée océanographique pour surveiller la température, la salinité et les courants dans le bassin Orphan, une zone de grands fonds au large de la côte nord-est du Labrador. Les données recueillies ont été utiles dans le cadre des études sur le climat océanique dans l'Atlantique Nord-Ouest.

Photo : MPO, Jeremy Stewart

Dans l'est de la mer de Beaufort, le technicien en recherche sur l'Arctique John Jorgenson, de l'Institut des eaux douces du MPO à Winnipeg, plonge avec une pompe d'aspiration afin de prélever des échantillons d'algues de glace sur la face inférieure de la glace. Les chercheurs étudient l'algue de glace dans le cadre de l'Étude sur le chenal de séparation circumpolaire, projet de l'Année polaire internationale (2007-2009). Les scientifiques formulent pour hypothèse que le moment et la durée de la production d'algues de glace constitueront de solides indicateurs écologiques de l'écosystème marin polaire face à un environnement de glace en évolution rapide. La recherche a été menée en collaboration avec l'Institut des sciences de la mer de l'Université du Québec à Rimouski.

Nos scientifiques et d'autres employés collaborent également à de nombreuses initiatives nationales et internationales portant sur la science du changement climatique, notamment l'Année polaire internationale (API), qui s'intéressait aux répercussions du changement climatique dans l'Arctique. Six grands projets de recherche dirigés par le Secteur des sciences du MPO pour l'API (mars 2007-mars 2009) ainsi que la collaboration à d'autres projets menés dans le cadre de l'API nous permettent de mieux comprendre les processus polaires et leurs liens globaux, et de renforcer notre capacité à déceler le changement.

Les scientifiques du MPO contribuent grandement à une politique de lutte contre le changement climatique scientifiquement fondée et aident le public à comprendre le changement climatique en général. Leurs contributions à des services scientifiques évalués par les pairs et en tant qu'importants auteurs collaborateurs de divers rapports internationaux d'évaluation du climat arctique, entre autres le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), ont aidé à susciter un changement mondial d'attitude à l'égard du changement climatique. Le Nord canadien est à l'avant-poste du changement climatique, et les effets et les enjeux de la non-adaptation s'y font sentir plus que partout ailleurs.

Le saviez-vous?

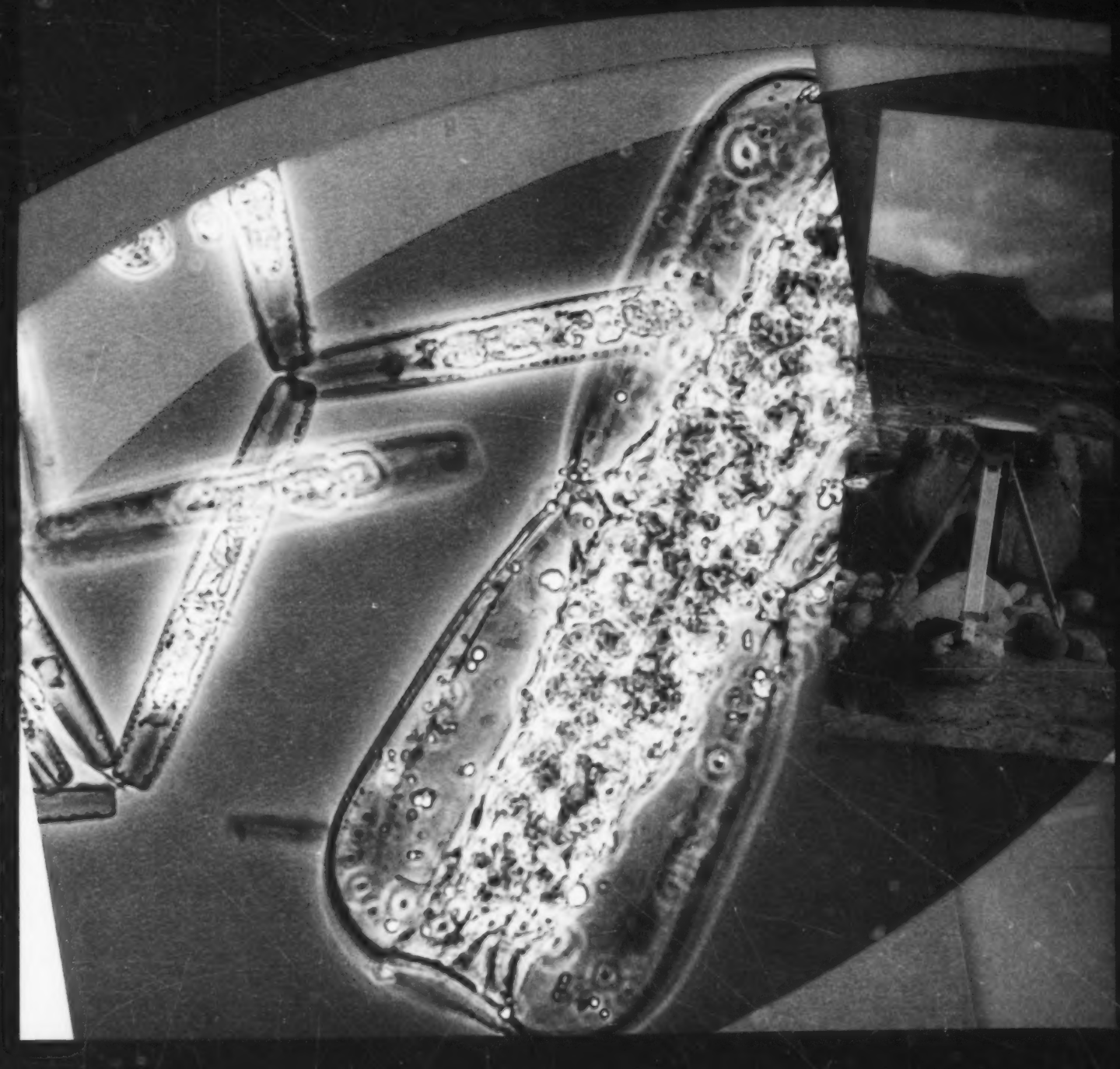
LES ÉPAULARDS ET LA RÉDUCTION DE LA GLACE MARINE

En général, les épaulards tentent d'éviter les régions à glace marine car cette glace peut endommager leur grande nageoire dorsale et qu'ils ne savent pas comment éviter d'être pris au piège dans la glace. À mesure que la couverture de glace diminue, on observe de plus en plus d'épaulards dans des régions où on les voyait rarement auparavant. Dans la grande région de la baie d'Hudson, les chasseurs et les anciens inuits qui collaborent au projet « *Le réchauffement de la planète et les mammifères marins de l'Arctique* » dirigé par le MPO rapportent une présence accrue des épaulards à mesure que la couverture de glace diminue. On craint dès lors que l'épaulard ne remplace les chasseurs inuits comme principal prédateur et ne menace ainsi la culture inuite traditionnelle liée à la chasse de subsistance.

Photo : MPO, Dave McKinnon, Garry Stenson (en médaillon)

Utilisant de la colle époxyde, les scientifiques fixent un émetteur satellite sur des phoques du Groenland au large de la côte sud du Labrador. Les émetteurs, qui tombent plus tard pendant la mue annuelle, permettent aux scientifiques de surveiller les déplacements des phoques, notamment la façon dont ils utilisent la glace et d'autres habitats qui seront touchés par le changement climatique, et de recueillir des données sur la température de l'eau dans des zones pour lesquelles il n'existe aucune autre source de données. L'information recueillie est également saisie dans un modèle océanographique en cours d'élaboration au Centre des pêches de l'Atlantique nord-ouest du MPO.

SECTION 2 | Des activités scientifiques qui comptent pour les Canadiens



Au cours des deux dernières décennies, le Canada et de nombreuses autres nations ont adopté une approche écosystémique des pêches (AEP), qui reconnaît que les activités humaines comme la pêche doivent être gérées de manière à ne pas nuire à la biodiversité, à la productivité ou à la qualité environnementale globale des écosystèmes marins. De plus en plus, le Secteur des sciences du MPO adopte une approche écosystémique dans le cadre de ses activités, comme on l'explique dans le document du Ministère intitulé *Pour un nouveau cadre scientifique écosystémique en faveur d'une gestion intégrée* (**www.dfo-mpo.gc.ca/science/Publications/Ecosystem/index-fra.htm**).

Le MPO joue également un rôle prépondérant dans l'élaboration de cette approche à l'échelle internationale. Pour progresser dans la mise en œuvre de l'AEP, il faut disposer d'indicateurs écologiques pertinents, choisis avec soin, qui sont révélateurs des effets des pêches sur les écosystèmes marins. Alida Bundy, de la Division d'écologie démographique du MPO, assure la codirection d'IndiSeas (**www.indiseas.org**), projet international qui vise à sélectionner les indicateurs mesurables les plus importants sur le plan écologique, qui sont sensibles aux pressions de la pêche. Ce projet permettra d'élaborer, en se basant sur les répercussions et changements écosystémiques, des mesures stratégiques et des mesures de gestion dont l'efficacité peut être évaluée.

Mme Bundy a co-animé un atelier d'IndiSeas en 2008 en vue d'analyser la recherche sur l'état et la santé de 19 écosystèmes marins de pêche dans le monde, entre autres les côtes Est et Ouest du Canada, en utilisant 8 indicateurs écologiques. Elle a également aidé à élaborer une approche pour comparer les indicateurs entre les écosystèmes et ainsi évaluer avec plus de précision l'état de chacun d'entre eux. Une série de neuf articles détaillant les résultats initiaux seront publiés en 2010 dans le *Journal of Marine Science* du Conseil international pour l'exploration de la mer.

Ces indicateurs écosystémiques révèlent certaines tendances intéressantes sur les côtes Est et Ouest canadiennes. Selon l'analyse de l'est du Plateau néo-écossais au large de la Nouvelle-Écosse, on assiste à la fin de la diminution à long terme de la biomasse, de la taille des poissons et d'autres indicateurs, mais on a observé aucune augmentation correspondante des tendances indiquant un rétablissement. Par contre, la tendance positive des indicateurs pour la côte Ouest canadienne témoigne d'une gestion active du poisson de fond et d'une augmentation des migrations dans les eaux canadiennes d'espèces comme le merlu du Chili et la sardine du Pacifique.

RECHERCHE CIBLÉE

La stratégie de survie de la crevette nordique pourrait échouer si les océans se réchauffent

Les conclusions d'un projet de recherche international sur la crevette nordique (*Pandalus borealis*) – dirigé par Peter Koeller de l'Institut océanographique de Bedford – soulèvent des préoccupations quant à l'éventuelle vulnérabilité des stocks de crevettes au réchauffement des océans provoqué par le changement climatique.

Quand les stocks de morue se sont effondrés au début des années 1990, les populations de crevettes nordiques ont explosé dans tout l'Atlantique Nord-Ouest. Cette augmentation était en grande partie liée à une réduction de la prédation des poissons sur les crevettes, mais il ne s'agissait pas du seul facteur en cause. L'Atlantique Nord était exceptionnellement froid à la fin des années 1980 et au début des années 1990. Les biologistes spécialistes de la

Photo : MPO, Peter Koeller

Le pêcheur acadien Pierre D'Eon vide un cul de chalut de crevettes nordiques (*Pandalus borealis*) pêchées sur l'est du Plateau néo-écossais près du Cap-Breton, en Nouvelle-Écosse. Selon un projet de recherche international dirigé par le MPO, en raison du réchauffement des océans, il pourrait y avoir un décalage entre l'éclosion des larves et la disponibilité de nourriture, ce qui pourrait nuire aux stocks de crevettes.

Dans le détroit de Géorgie, les employés du MPO déploient un carrousel rotatif, appelé le Sea Carousel. Ce carrousel gît sur le plancher océanique et crée un débit afin d'évaluer la stabilité des sédiments. Ces évaluations ont été menées dans le delta du Fraser, point d'entrée des saumons juvéniles et importante halte migratoire des oiseaux de rivage migrateurs. Les conclusions appuieront les prévisions concernant la hausse du niveau de la mer et d'autres répercussions du changement climatique.

Photo : MPO, Terri Sutherland

crevette savent depuis longtemps que la crevette nordique se développe bien quand l'eau est froide, mais ils n'en connaissaient pas les raisons.

Pour examiner la sensibilité de la crevette aux changements de température de l'eau, l'équipe de recherche pluridisciplinaire a combiné les données sur les pêches provenant de cinq pays aux images-satellites de la couleur de l'océan utilisées pour localiser les poussées phytoplanctoniques vertes – le phytoplancton est la principale source alimentaire des larves de crevette. Les conclusions de l'équipe, présentées dans le numéro du 8 mai 2009 de la revue *Science*, révèlent que les œufs de la crevette nordique éclosent en moyenne dans les jours suivant la poussée phytoplanctonique printanière annuelle dans tout l'Atlantique Nord. C'est remarquable, compte tenu que les périodes de poussée printanière et les périodes d'incubation des œufs dépendant de la température (périodes allant de 6 à 11 mois) varient grandement dans toute l'aire de distribution de la crevette.

Sur des échelles de temps évolutives, la crevette nordique a génétiquement adapté son cycle de reproduction à la température moyenne locale de l'eau de fond, qui détermine la durée du développement des œufs. Par exemple, au début des années 1990, quand les températures au fond étaient plus froides, l'éclosion des œufs se produisait plus tard, à un moment plus proche de la poussée printanière et du réchauffement saisonnier des eaux de surface où vivent les larves. Cette stratégie de survie n'est cependant pas sans écueils. Si le changement climatique finit par chauffer les eaux de fond, les œufs risquent d'éclore plus tôt, quand la nourriture est rare, et probablement bien avant la poussée printanière. Bien qu'il ne soit pas encore possible de prédire avec précision comment le changement climatique influera sur les stocks de crevettes, il ne fait aucun doute que leur sensibilité à la température de l'eau les rend vulnérables. Ces conclusions joueront un rôle important dans les évaluations écosystémiques des stocks au cours des années à venir.

Recherche écosystémique : le détroit de Géorgie en plein changement

L'écosystème marin du détroit de Géorgie, situé entre la partie continentale de la Colombie-Britannique et l'île de Vancouver, n'est plus le même qu'il y a 50 ans, ni même 25 ans. Ces différences sont attribuables aux interactions entre diverses forces, entre autres les changements climatiques naturels à long terme et les activités humaines comme la pêche intensive et l'augmentation de l'urbanisation et de l'industrialisation de la région bassin de Géorgie–Puget Sound.

Une équipe de 50 scientifiques du MPO de la région du Pacifique étudient ces changements en adoptant une approche écosystémique intégrée. « Le détroit de Géorgie en 2030 », l'une des sept initiatives de recherche écosystémique du MPO en cours au pays, examine l'état actuel du détroit, son évolution et à quoi il pourrait ressembler en 2030. À cette fin, l'équipe doit comprendre comment fonctionne l'écosystème, relever les principaux facteurs à l'origine des changements, analyser les réactions possibles de l'écosystème à ces changements dans l'avenir et déterminer les éventuelles mesures de gestion et les politiques à élaborer.

On observe souvent des dauphins dans le détroit de Géorgie.

Photo : MPO, Graeme Ellis

Cette recherche s'articule autour de deux questions centrales : quels sont les facteurs qui régissent la productivité dans le détroit et quelles sont les caractéristiques de l'écosystème qui renforcent sa résilience contre les graves effondrements et perturbations du système. Pour répondre à ces questions, l'équipe a mené 28 projets, notamment :

- élaboration d'outils pour la gestion marine écosystémique;
- étude du déclin de certaines populations de saumon, en particulier le saumon coho et le saumon quinnat;
- compréhension des connexions du réseau trophique et de l'incidence de l'augmentation des populations de phoque commun sur d'autres espèces dans le détroit;
- compréhension de l'influence des nutriments de la côte ouest de l'île de Vancouver sur le détroit.

En 2008-2009, l'équipe de recherche a modélisé les changements prévus au débit du fleuve Fraser attribuables au changement climatique; étiqueté des saumons juvéniles pour comprendre leur utilisation du détroit; et découvert que le nombre d'épaulards migrateurs avait augmenté tout comme leurs proies, les phoques. Ces constatations et d'autres ont aidé le MPO à aller de l'avant avec une approche écosystémique pour gérer le détroit, à prévoir les répercussions possibles du changement climatique et à examiner les mesures de gestion éventuelles. Pour en apprendre davantage, consultez le site Web du projet à l'adresse **www-sci.pac.dfo-mpo.gc.ca/sogeri/default_f.htm**

Le saviez-vous?

LE DÉTROIT DE GÉORGIE HIER ET AUJOURD'HUI

Au cours des 50 dernières années ou plus, des scientifiques ont observé de nombreux changements dans le détroit de Géorgie, où une initiative de recherche écosystémique du MPO est en cours. Voici quelques-uns des changements qui ont été observés :

- le détroit s'est réchauffé de 1°C au cours des 100 dernières années. Le réchauffement se produit à toutes les profondeurs de l'eau;
- la crue printanière du Fraser a lieu plus tôt;
- la poussée planctonique se produit plus tôt, ce qui peut provoquer un décalage entre le poisson et ses proies et ainsi entraîner la sous-alimentation des poissons;
- les principales espèces pélagiques comme la morue, la morue-lingue et le sébaste, ont vu leur abondance diminuer. Les poissons semi-pélagiques, comme le hareng du Pacifique et le merlu du Chili, ont été relativement abondants;
- les espèces envahissantes augmentent (on en comptait 73 en 2007);
- la population d'épaulards résidants a diminué;
- le nombre de phoques communs a augmenté et les phoques pourraient être aussi abondants qu'il y a 100 ans;
- les populations de saumon coho et de saumon quinnat et leurs pêches respectives sont à de faibles niveaux, mais l'abondance du saumon rose et du saumon kéta n'a pas baissé dans la même mesure ou augmente peut-être.

Dix ans de recherche scientifique au parc marin du Saguenay–St-Laurent

En octobre 2008, plusieurs scientifiques de l'Institut Maurice-Lamontagne à Mont-Joli (Québec) ont fait le point sur l'avancement des connaissances acquises sur les écosystèmes et la biodiversité de l'estuaire du Saint-Laurent et du fjord du Saguenay, lors d'un colloque organisé à l'occasion du 10e anniversaire du parc marin du Saguenay–St-Laurent. La conférence a souligné dix ans de science au service de la conservation dans cette aire marine protégée unique, cogérée par Parcs Canada et Parcs Québec.

Voici les grandes lignes des conclusions des chercheurs :

- Le bruit et les bélugas : Véronique Lesage, chercheuse en écologie des mammifères marins, a démontré que l'embouchure du Saguenay est l'endroit le plus bruyant, le plus achalandé et où le type de navire est susceptible d'être entendu par les bélugas. Les secteurs de Cacouna et de l'île Rouge demeurent ceux où les bruits perceptibles pour les bélugas sont les plus faibles.
- Contamination des bélugas : Michel Lebeuf, chercheur sur les contaminants dans l'environnement, a rappelé que le suivi de la contamination de la population de bélugas dans le Saint-Laurent par les polluants organiques persistants (POP) est un outil précieux pour évaluer les tendances temporelles des concentrations de ces composés. Il a montré que la contamination de cette espèce sentinelle par certains POP, dont l'usage est réglementé au Canada, est en baisse ou stable alors qu'elle augmente pour certains nouveaux composés bromés.
- Analyse génétique des poissons et des crustacés : Jean-Marie Sévigny, chercheur en génétique des populations, a rapporté les résultats de l'analyse des divers marqueurs génétiques sur différentes espèces de poissons et de crustacés du Saguenay et du Saint-Laurent : la morue, le flétan du Groenland, le sébaste, le crabe des neiges et la crevette nordique. L'étude a démontré que les organismes du fjord du Saguenay et de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent appartiennent à la même population, mais passent la majeure partie de leur cycle vital dans des environnements différents.

Le saviez-vous?

KRILL

La région du parc marin du Saguenay–Saint-Laurent est le site de la plus grande concentration de krill documentée à ce jour pour l'Atlantique Nord-Ouest. L'énergique circulation estuarienne en deux couches du Saint-Laurent est responsable du pompage, de la rétention et de la concentration du krill adulte provenant du golfe du Saint-Laurent. Ces caractéristiques océanographiques uniques se combinent dans le parc marin pour créer ce site exceptionnel d'alimentation des baleines depuis des siècles.

Photo : MPO, A. MacFarlane

Selon des travaux de recherche effectués par Véronique Lesage, chercheuse en écologie des mammifères marins à l'Institut Maurice-Lamontagne, les bélugas du parc marin du Saguenay-Saint-Laurent sont exposés aux niveaux de bruit les plus élevés et au trafic maritime le plus intense à l'embouchure de la rivière Saguenay.

Photo : Nils Guse

Les chercheurs à bord du navire de recherche NGCC *Teleost* trient les prises capturées pendant un relevé portant sur plusieurs espèces au chalut de fond dans le golfe du Saint-Laurent. Le relevé surveille les populations de poissons et de macro-invertébrés, comme les mollusques et crustacés et l'ascidie jaune.

La communauté de poissons de mer dans le sud du golfe du Saint-Laurent subit des changements

La composition de la communauté de poissons de mer dans le sud du golfe du Saint-Laurent a subi d'importants changements au cours des quatre dernières décennies. Selon les recherches réalisées par le biologiste Hugues Benoît et le chercheur Doug Swain du Centre des pêches du Golfe du MPO à Moncton, au Nouveau-Brunswick, la communauté de plus de 50 espèces, autrefois dominée par de gros poissons de fond comme la morue, l'est maintenant par des espèces de petits poissons comme la lompénie tachetée et le tricorne arctique.

Pour étudier ce qui a provoqué ce changement, les chercheurs ont comparé les variations dans l'abondance de chaque espèce avec ses caractéristiques écologiques, de celle-ci entre autres l'alimentation et la mesure dans laquelle elle est directement touchée par la pêche. Selon eux, tout porte à croire que des niveaux élevés de pêche jusqu'au début des années 1990, une intensification de la prédation des phoques gris depuis les années 1970 et les changements dans la température de l'eau ont tous contribué aux changements dans la composition de la communauté. L'accroissement de l'abondance des espèces de petits poissons a concordé avec la diminution de la prédation des populations effondrées de poissons plus grands. Dans l'ensemble, selon l'étude, dans le sud du golfe du Saint-Laurent :

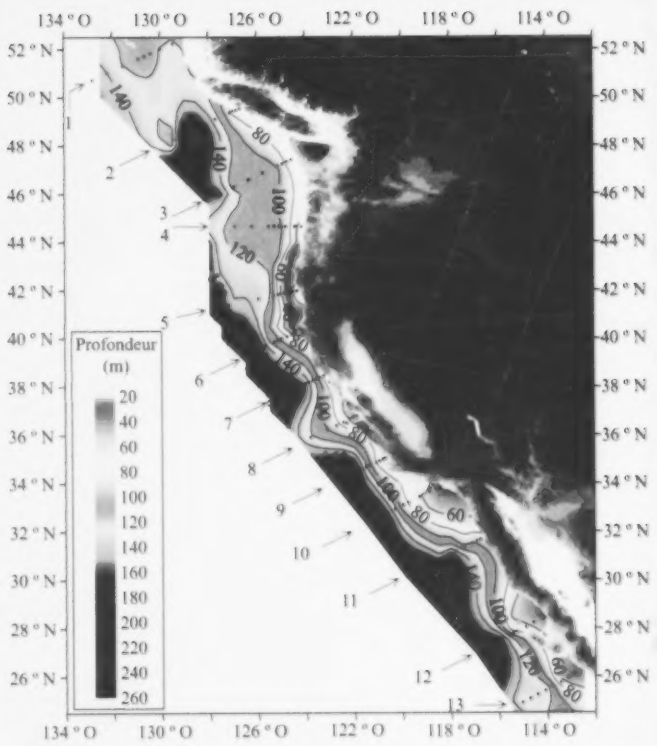
- les répercussions de la pêche se sont fait sentir dans tout l'écosystème;
- le rétablissement d'un mammifère marin autrefois surexploité (phoque gris) pourrait bien contribuer à d'importantes réductions de la productivité de plusieurs espèces de poisson de fond connues pour être la proie du phoque gris; et
- les changements à l'échelle décennale de la température des océans contribuent à la restructuration de la communauté de poissons.

Acidification des océans : perspective canadienne

En 2008, des chercheurs des régions du Pacifique, du Québec et des Maritimes du MPO ont amorcé un projet de trois ans afin d'étudier les répercussions de l'acidification des océans sur les pêches et les écosystèmes marins canadiens. La recherche, financée par l'Initiative des Sciences sur le changement climatique du MPO, a pour but de comprendre la variabilité naturelle et les risques d'acidification dans les trois océans qui bordent le Canada et d'élaborer des modèles biogéochimiques afin de prévoir le cycle de carbone et les niveaux de pH ainsi que les risques futurs. Les résultats du projet et les progrès réalisés à ce jour sont les suivants :

- Il y a plus de carbone dans le Pacifique Nord que dans les autres bassins océaniques, ce qui rend les eaux plus acides (pH plus faible). Par conséquent, les horizons de saturation (le point sous lequel les coquilles et squelettes d'aragonite des crustacés, des coraux et de certains planctons se dissolvent plus rapidement que les organismes ne peuvent les produire) se retrouvent déjà à une profondeur de seulement 100 à 300 mètres. Ces eaux subsuperficielles à faible pH sont maintenant suffisamment peu profondes pour se mélanger aux eaux de surface le long de la côte Ouest pendant la remontée d'eaux froides en été.
- Selon des études de modélisation des cycles saisonniers du pH au large de la côte ouest de l'île de Vancouver, le pH est extrêmement variable. Il est faible dans les eaux de surface en hiver (< 7,9) mais à son niveau le plus bas pendant de courtes périodes (jours) juste après la remontée d'eaux froides en été. À l'avenir, le pH devrait diminuer encore plus.

Une image reposant sur la recherche conjointe entre le Canada et les États-Unis révèle la profondeur au-delà de laquelle l'eau le long de la côte du Pacifique du Canada et des États-Unis était corrosive (au moment de l'échantillonnage) pour l'aragonite, une forme de carbonate de calcium que certains organismes marins utilisent pour fabriquer leur coquille ou leur squelette.



- L'analyse des données révèle que le pH dans les eaux de fond de l'estuaire du Bas-Saint-Laurent a diminué considérablement, soit de 0,2 à 0,3 unité de pH au cours des 70 dernières années. On a également décelé des eaux corrosives dans plusieurs autres régions du golfe du Saint-Laurent.
- L'analyse des données historiques visant le Plateau néo-écossais indique que le pH a diminué de 0,18 unité depuis les années 1930.
- La côte Est du Canada est touchée par le flux arctique corrosif qui traverse l'archipel Arctique canadien.
- Les chercheurs étudient les relations entre le carbone, la température, la salinité et l'oxygène afin de comprendre les teneurs antérieures en carbone et les niveaux antérieurs de pH et d'en apprendre davantage sur la façon dont les organismes marins réagissent au changement d'acidité.

Le saviez-vous?

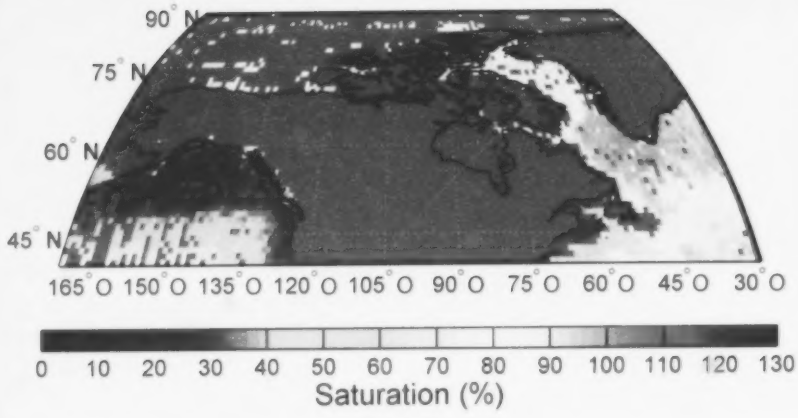
ACIDIFICATION DES OCÉANS

- Environ un quart du dioxyde de carbone (CO_2) rejeté par les activités humaines depuis le début de la Révolution industrielle dans les années 1800 a été absorbé par les océans. Le dioxyde de carbone se dissout dans les eaux de surface et forme de l'acide carbonique, abaissant le pH des eaux océaniques. On s'inquiète grandement de la capacité des écosystèmes marins à s'adapter à l'acidification.
- Depuis les années 1800, le pH des océans a diminué de 0,1 unité. Si les émissions de CO_2 augmentent comme le prévoit le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, le pH dans les eaux océaniques de surface diminuera encore, de 0,3 à 0,5 unité d'ici 2100. Les océans n'ont pas connu un changement de pH important ou rapide depuis au moins les 650 000 dernières années.
- La répercussion biologique la plus directe de la baisse du pH se fera sentir sur les organismes qui produisent des coquilles ou des squelettes à partir du carbonate de calcium ($CaCO_3$), du fait qu'une baisse du pH accroit la solubilité du $CaCO_3$. Ces organismes sont entre autres le phytoplancton comme les coccolithophores, le zooplancton comme les ptéropodes et le foraminifère, l'oursin, les mollusques et les coraux.
- Dans les latitudes élevées, les eaux de surface devraient subir les effets néfastes plus tôt, probablement dans les décennies qui viennent, car la plus faible salinité et les températures plus basses favorisent naturellement une baisse du pH dans les océans polaires.
- La côte du Pacifique est particulièrement vulnérable car le carbone y est élevé (faible pH) et la circulation causée par la remontée d'eaux froides envoie cette eau subsuperficielle à faible pH dans la couche superficielle.

Le saviez-vous?

ACIDIFICATION DES OCÉANS

- Environ un quart du dioxyde de carbone (CO_2) rejeté par les activités humaines depuis le début de la Révolution industrielle dans les années 1800 a été absorbé par les océans. Le dioxyde de carbone se dissout dans les eaux de surface et forme de l'acide carbonique, abaissant le pH des eaux océaniques. On s'inquiète grandement de la capacité des écosystèmes marins à s'adapter à l'acidification.
- Depuis les années 1800, le pH des océans a diminué de 0,1 unité. Si les émissions de CO_2 augmentent comme le prévoit le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, le pH dans les eaux océaniques de surface diminuera encore, de 0,3 à 0,5 unité d'ici 2100. Les océans n'ont pas connu un changement de pH important ou rapide depuis au moins les 650 000 dernières années.
- La répercussion biologique la plus directe de la baisse du pH se fera sentir sur les organismes qui produisent des coquilles ou des squelettes à partir du carbonate de calcium ($CaCO_3$), du fait qu'une baisse du pH accroît la solubilité du $CaCO_3$. Ces organismes sont entre autres le phytoplancton comme les coccolithophores, le zooplancton comme les ptéropodes et le foraminifère, l'oursin, les mollusques et les coraux.
- Dans les latitudes élevées, les eaux de surface devraient subir les effets néfastes plus tôt, probablement dans les décennies qui viennent, car la plus faible salinité et les températures plus basses favorisent naturellement une baisse du pH dans les océans polaires.
- La côte du Pacifique est particulièrement vulnérable car le carbone y est élevé (faible pH) et la circulation causée par la remontée d'eaux froides envoie cette eau subsuperficielle à faible pH dans la couche superficielle.



Les couleurs indiquent le pourcentage moyen de saturation de l'oxygène dans les eaux marines canadiennes selon toutes les données disponibles jusqu'en 2008. Quand la teneur en oxygène des eaux de surface est en équilibre avec l'atmosphère, on dit qu'elle est à 100 p. 100 de saturation. À une saturation inférieure à 30 p. 100, l'eau est jugée hypoxique. La faible teneur en oxygène dans les habitats marins peut être naturelle ou d'origine anthropique, mais les répercussions sont similaires dans les deux cas.

Photo: MPO

Évaluation de l'hypoxie dans les eaux marines canadiennes

Le manque d'oxygène (hypoxie) a de graves répercussions sur les écosystèmes aquatiques, et la tolérance des poissons de mer et des invertébrés marins à cette condition dépend fortement de l'espèce. À des teneurs en oxygène inférieures à une saturation de 30 p. 100, la morue et d'autres espèces intolérantes à l'hypoxie migrent ou meurent. Depuis septembre 2008, une équipe de chercheurs du MPO, sous la direction de Denis Gilbert, de l'Institut Maurice-Lamontagne à Mont-Joli, au Québec, a entrepris une évaluation de l'hypoxie dans les eaux marines canadiennes dans le cadre d'un projet de trois ans financé par l'Initiative des Sciences sur le changement climatique du Ministère. La désoxygénation est maintenant reconnue comme l'une des conséquences probables du changement climatique.

Dans l'écosystème marin du Saint-Laurent, les changements dans la teneur en oxygène sont principalement causés par des changements dans la proportion d'eau du courant du Labrador à teneur plus élevée en oxygène et l'eau du Gulf Stream à teneur moins élevée. Le pourcentage d'eau du courant du Labrador dans les eaux de fond du Saint-Laurent a chuté, passant de 72 p. 100 dans les années 1930 à 3 p. 100 entre 1984 et 2008. Sur la côte Ouest nord-américaine, l'augmentation de la remontée d'eaux froides côtières et la réduction du mélange vertical en raison d'une plus grande stratification des eaux du large contribuent à la réduction des teneurs en oxygène. Sous l'effet du réchauffement planétaire, la tendance à une stratification accrue et à un mélange vertical réduit le risque de se maintenir.

À ce jour, l'équipe de recherche a examiné et regroupé les données historiques sur l'oxygène afin de produire des cartes de la concentration en oxygène du fond marin et de déterminer les teneurs moyennes en oxygène et les tendances dans les eaux marines canadiennes. L'équipe se penchera également sur les répercussions écosystémiques de l'aggravation de l'hypoxie en étudiant la répartition de diverses espèces de poisson de fond en fonction de l'oxygène dans le Pacifique nord-est, le golfe du Saint-Laurent et le Plateau néo-écossais golfe du Maine. Leurs conclusions aideront à interpréter les changements dans la répartition de ces espèces dans les eaux canadiennes.

Une marée rouge mortelle dans l'estuaire du Saint-Laurent

En août 2008, la floraison d'une algue toxique a entraîné la mort de dix bélugas, d'une centaine de phoques, ainsi que de milliers d'oiseaux et de poissons dans l'estuaire du Saint-Laurent. Cette marée rouge, dont l'ampleur et les répercussions sur la faune aquatique sont sans précédent, s'est étendue de l'embouchure de la rivière Saguenay jusqu'à Sainte-Anne-des-Monts, en Gaspésie, pour une période de deux à trois semaines.

Des équipes de scientifiques ont récolté des échantillons d'eau et des carcasses d'animaux à des fins d'analyse à l'Institut Maurice-Lamontagne (IML), à la Faculté de médecine vétérinaire de l'Université de Montréal à Saint-Hyacinthe et à l'Institut des biosciences marines (Conseil national de recherches Canada) à Halifax. Les résultats des analyses ont confirmé qu'il s'agissait d'une intoxication de la chaîne alimentaire marine par une phycotoxine produite par *Alexandrium tamarense*, l'algue responsable de la marée rouge (ainsi nommée parce que la prolifération d'algues modifie la couleur de l'eau).

Photo : MPO, M. Starr

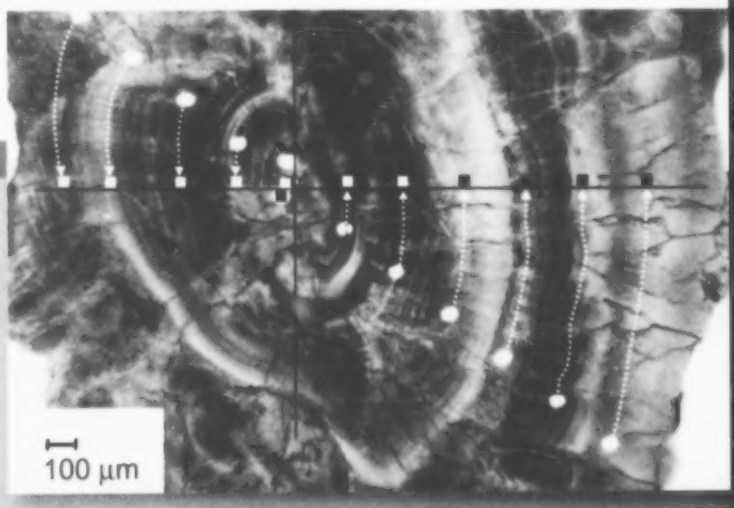
La vaste floraison d'une algue toxique dans l'estuaire du Saint-Laurent, perceptible par sa couleur rouge (avant-plan), a entraîné la mort de 10 bélugas, d'une centaine de phoques ainsi que de milliers d'oiseaux et de poissons en août 2008. Les chercheurs du MPO analysent les animaux morts afin d'en apprendre davantage sur la propagation de cette toxine dans la chaîne alimentaire et d'aider à élaborer un système de prévision des marées rouges.

Cette algue microscopique est naturellement présente dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent et peut produire une toxine qui affecte le système nerveux des poissons, des oiseaux et des mammifères. L'analyse des animaux échoués permettra aux chercheurs de mieux comprendre le transfert de cette toxine dans la chaîne alimentaire. Les résultats de l'ensemble des études aideront également aux scientifiques de l'IML à développer des systèmes de prévision des marées rouges, afin d'aviser les aquiculteurs et faire des recommandations de fermeture de zones coquillières.

Grâce à des techniques semblables à celles employées dans l'émission *CSI : Les experts* et à des otolithes de poisson, on a percé le mystère de l'histoire de la vie

Une petite structure calcifiée dans l'oreille interne du poisson, appelée otolithe ou concrétion calcaire de l'oreille interne, est au centre des études menées par des chercheurs du MPO qui essaient de percer le mystère des origines et des habitudes migratoires de diverses populations de poisson. La matière qui se dépose dans l'otolithe du poisson pendant sa croissance laisse des signatures chimiques témoins des environnements qu'ils habitent. À l'instar des détectives examinant les preuves médico-légales, les chercheurs de la Station biologique du Pacifique à Nanaimo, en Colombie-Britannique, mesurent les isotopes stables de soufre et de strontium dans les otolithes du saumon adulte pour reconstituer la chronologie de sa migration dans divers environnements et établir son origine maternelle. Comme le centre d'un otolithe comprend du matériel de l'œuf, il

Photo : MPO, L. Godbout



La coupe transversale d'un otolithe de saumon rouge (ci-dessus) montre les endroits où les mesures des isotopes ont été effectuées. Des chercheurs du MPO percent les mystères de l'origine et des habitudes de migration de certaines populations de poisson en mesurant des éléments traces dans leurs otolithes qui croissent en même temps que le poisson, révélant l'histoire de leur vie. Une étude a révélé que le saumon rouge qui retournait à la rivière Alouette près de Vancouver après 75 ans d'absence était le descendant du saumon kokani. Selon les conclusions, le kokani pourrait être une solution de dernier recours efficace pour rétablir en partie la migration anadrome du saumon rouge puisqu'il s'agit de deux écotypes de la même espèce.

ressemble à une boîte noire qui détient la signature chimique de l'alimentation de la mère, de l'eau ambiante ou des deux.

En 2008-2009, cette technique a aidé à déterminer si le saumon quinnat qui revenait frayer dans la rivière Okanagan était anadrome (c.-à-d. qu'il vit principalement dans des habitats marins mais fraie en eau douce) ou si certains vivaient toute leur vie dans le bassin du fleuve Columbia. L'analyse des otolithes a révélé qu'ils étaient anadromes. Dans un autre cas, l'analyse des otolithes a révélé l'origine du saumon rouge qui retournait dans la rivière Alouette près de Vancouver à l'été 2007, 75 ans après que la construction d'un barrage avait mis un terme à cette migration anadrome du saumon rouge. Le poisson était en fait un descendant du saumon kokani qui avait vécu toute sa vie en eau douce et non d'individus errants provenant des rivières toutes proches. Ce retour à l'anadromie a des répercussions pour les projets de rétablissement du saumon ailleurs. Comme le saumon kokani et le saumon rouge sont des écotypes de la même espèce, le kokani pourrait un jour être une solution de dernier recours efficace pour rétablir les populations de saumon rouge anadrome en voie de disparition.

La recherche novatrice sur le thon rouge contribue à la gestion internationale des stocks

La recherche internationale sur le thon rouge de l'Atlantique, en collaboration avec le Secteur des sciences du MPO, fournit des éléments nouveaux sur la structure et le mélange des stocks de thon rouge de l'est et de l'ouest et influence la gestion de cette espèce de grands migrateurs tant au Canada qu'à l'échelle internationale. Les stocks de thon rouge ont connu un déclin abrupt depuis les années 1970, et leur rétablissement est entravé par la migration internationale.

L'équipe de recherche, comprenant M. John Neilson de la Station biologique de St. Andrews du MPO ainsi que des chercheurs des États-Unis et d'Italie, a analysé les signatures chimiques (ratios des isotopes stables de carbone et d'oxygène) dans les otolithes ou concrétions calcaires de l'oreille interne de ces thons rouges d'un an. Ces isotopes varient dans l'eau de surface des différentes régions du monde et sont déposés dans les concrétions de l'oreille au cours de la première année d'existence, ce qui en fait des marqueurs chimiques pour déterminer l'aire natale des adultes et l'évolution du mélange des stocks.

Les résultats de six ans d'analyse d'otolithes dans les nourriceries de l'océan Atlantique, tant de l'est que de l'ouest, ont révélé en partie les points suivants :

- Le retour des adultes pour le frai dans leur région d'origine a été remarquablement élevé tant pour le stock de l'est que celui de l'ouest, ce qui indique qu'il y a très peu d'apports d'adultes de l'est dans l'aire de frai de l'ouest.
- Les stocks de thon rouge frayant dans le golfe du Saint-Laurent, où les eaux froides se prêtent davantage à la présence d'individus plus gros et plus vieux, provenaient intégralement de la nourricerie du golfe du Mexique (stock de l'ouest) sans aucun mélange avec le stock de l'est. Cela signifie que le mélange avec des stocks de l'est n'influe aucunement sur les évaluations des stocks de thon rouge du golfe du Saint-Laurent, qui sont fondées exclusivement sur les taux de capture.

Dans une autre étude, publiée dans le *Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques*, les chercheurs de la Station biologique de St. Andrews et de l'Institut océanographique de Bedford ont utilisé les otolithes anciens du thon rouge et

Photo : Leah McConkey

Le chercheur scientifique du MPO, John Neilson, enlève l'otolithe ou la concrétion calcaire de l'oreille d'un thon rouge. Le chercheur dirige la recherche pour analyser les marqueurs chimiques dans les otolithes afin de détecter l'aire d'origine du thon rouge adulte et l'évolution du mélange entre les stocks de l'est et de l'ouest. Les conclusions de cette analyse et d'autres recherches en cours sur le thon rouge au MPO influent sur la gestion de cette espèce, tant au Canada qu'à l'échelle internationale.

Tim Robinson (à gauche) des Premières nations de Fort Folly et le chercheur scientifique Gilles Lacroix du MPO libèrent un saumon noir de l'Atlantique, muni d'une étiquette satellite autodétachable à archivage, près de l'embouchure de la rivière Big Salmon au Nouveau-Brunswick.

Photo : Larry Adair

une datation au radiocarbone pour déterminer l'âge, la croissance et la longévité du thon rouge nordique. Une marque chimique laissée sur le cartilage du poisson et d'autres organismes calcaires par les essais d'armes nucléaires dans l'atmosphère, à la fin des années 1950 et au début des années 1960, a été utilisée pour déterminer l'âge du poisson. L'étude a révélé que la courbe de croissance utilisée par la Commission internationale pour la conservation du thon de l'Atlantique (CICTA) dans son évaluation des stocks de thon rouge surestime probablement la taille maximum atteinte par l'espèce.

« Ces éléments et d'autres conclusions ont déjà guidé certaines analyses menées par la CICTA dans son évaluation des stocks de thon rouge de 2008, et l'organisation a exprimé le désir de faire davantage », indique M. Neilson. L'étude publiée dans le numéro de la revue *Science* du 31 octobre 2008 conclut que le stock de l'ouest, nettement plus petit et en déclin, nécessite une protection soutenue pour assurer sa durabilité.

La collaboration des Premières nations aide à repérer le saumon de l'arrière-baie de Fundy, qui est une espèce en péril

En collaboration avec les Premières nations de Fort Folly du Nouveau-Brunswick, M. Gilles Lacroix, de la Station biologique de St. Andrews du MPO, étiquette le saumon de l'Atlantique adulte des populations en péril de l'arrière-baie de Fundy, en fixant sur les individus des étiquettes satellites autodétachables à archivage (PSAT) pour découvrir les raisons pour lesquelles on observe un taux aussi élevé de mortalité chez cette espèce. Autrefois, ces populations avaient un taux de survie élevé en mer, et une grande proportion d'adultes retournaient de façon systématique vers leur frayère pendant de nombreuses années. Aujourd'hui, ces saumons matures, d'une importance cruciale pour le maintien de la stabilité de la population, ont pratiquement disparu. Dans les années 1960 et 1970, par exemple, de 2 000 à 5 000 saumons retournaient chaque année frayer dans la rivière Big Salmon, près de St. Martins, au Nouveau-Brunswick. Aujourd'hui, entre 40 et 60 individus seulement y retournent, malgré un vaste programme de repeuplement.

En 2008-2009, les Première nations de Fort Folly ont prêté main forte sur le terrain pour déployer les PSAT sur les saumons noirs au moment où ils quittent les cours d'eau après le frai et pour dénombrer les adultes qui reviennent. Les étiquettes enregistrent la profondeur et la position du poisson d'après la lumière ainsi que la température de l'eau toutes les 15 minutes puis se détachent après une période de quatre mois, ou plus tôt si le poisson meurt, et transmettent les données par le système satellite Argos pour la surveillance environnementale (www.argos-system.org). Sur les 20 étiquettes fixées en novembre 2008 et avril 2009, 15 ont transmis des données. Les résultats préliminaires indiquent que les individus des rivières de l'arrière-baie de Fundy sont demeurés dans la région de la baie de Fundy et du golfe du Maine où ils sont morts dans l'espace de quatre mois. En revanche, les saumons d'un cours d'eau à l'aval de la baie de Fundy, qui ont également été étiquetés, ont migré vers l'océan Atlantique Nord et la mer du Labrador et ont survécu.

L'équipe envisage de déployer davantage de PSAT en 2009-2010 sur des individus de différentes zones de la baie de Fundy pour comparer leur habitat marin et les résultats. « Notre objectif est de déterminer quel est l'habitat marin d'importance cruciale pour les populations de l'arrière-baie de Fundy et d'identifier le lieu de leur mort et les causes

Photo : MPO, Jason Dunham

Terri Sutherland (debout) et Shane Peterson, du Centre de recherche sur l'aquaculture et l'environnement, prélèvent des échantillons de sédiments, d'algues et de palourdes dans l'un des 350 jardins de palourdes des Premières nations situés dans l'archipel Broughton, en Colombie-Britannique. Il y a des milliers d'années, les habitants de la région ont commencé à faire rouler de gros rochers vers la mer pour former des murs de roc sur le littoral. Les murs ont aidé à stabiliser et à piéger les sédiments, les matières organiques et les palourdes juvéniles dans les terrasses, que l'on appelle aujourd'hui jardins de palourdes.

possibles de mortalité de façon à ce qu'on puisse espérer prendre des mesures pour aider au rétablissement des stocks », indique M. Lacroix.

Associer le savoir autochtone et les connaissances scientifiques pour explorer les jardins de palourdes des Premières nations

Les jardins de palourdes des Premières nations sont des caractéristiques archéologiques du plus grand intérêt situées dans l'archipel Broughton en Colombie-Britannique, où l'on observe plus de 350 terrasses réparties dans les îles. La formation de ces jardins aménagés de façon traditionnelle a commencé il y a des milliers d'années par le transport continu de gros rochers au-delà de la ligne de jusant vers de la haute mer pour offrir le maximum de place au recrutement de palourdes. Avec le temps, les murs de roc ont piégé les sédiments, les matières organiques et les palourdes juvéniles pour créer un habitat hautement productif constitué d'un cordon littoral presque plat s'étendant le long du rivage et vers la haute mer. Aujourd'hui, les jardins de palourdes continuent de jouer un rôle essentiel pour la stabilité de la culture et de l'économie des Premières nations.

Les collectivités de pêcheurs de palourdes des Premières nations de Kwicksutaineuk Ah-Kwa-Mish et Namgis ont fait part de leurs préoccupations concernant les changements observés dans l'écologie intertidale de ces terrasses aménagées sur le littoral, ainsi que les répercussions possibles sur l'abondance des palourdes et la qualité de la nourriture dans l'archipel. Sous la direction du chercheur principal Terri Sutherland, du Centre de recherche sur l'aquaculture et l'environnement, une équipe multidisciplinaire et multiculturelle explore ces motifs de préoccupations et la possibilité d'interaction entre les jardins de palourdes des Premières nations et les activités anthropiques locales, dont l'aquaculture, de même que les changements environnementaux à long terme causés par les changements climatiques. En 2008-2009, l'équipe a intégré le savoir écologique ancestral des Autochtones aux pratiques océanographiques et écologiques pour formuler les objectifs du projet. Des consultations ont été tenues entre les chefs des Premières nations, les anciens, les collectivités de pêcheurs de palourdes, les groupes industriels (Marine Harvest Inc.) et plusieurs organismes publics afin de parvenir à un consensus concernant l'objectif du projet et la conception de l'échantillonnage. Des échantillons d'eau, de sédiments, de palourdes, et d'algues ont été recueillis dans les jardins de palourde, et les résultats sont actuellement en cours d'analyse pour

Le saviez-vous?

QUAIS ET BRISE-LAMES

La construction de quais et de brise-lames altère le plancher océanique et l'habitat du poisson, en les détruisant partiellement ou complètement, mais les structures peuvent également offrir un nouvel habitat pour le varech et la colonisation d'autres organismes vivants et, à terme, accroitre la productivité des communautés de poisson. M. Robert Gregory, du Centre des Pêches de l'Atlantique Nord-Ouest, à Terre-Neuve, dirige l'étude s'échelonnant sur dix ans, menée par le MPO sur les effets positifs et négatifs des nouvelles structures, y compris les modifications touchant l'habitat et les répercussions sur le poisson et la faune invertébrée dans 18 sites du littoral terre-neuvien. Les résultats aideront à concevoir des quais et des brise-lames propice à créer des habitats.

Le technicien en sciences aquatiques du MPO Justin Shead (à droite) et le physicien Mike Tate du U.S. Geological Survey relèvent la température et des données sur l'oxygène dans le lac 658 de la Région des lacs expérimentaux, où ont été menées toute une batterie d'expériences à l'échelle de l'écosystème lacustre au cours des 40 dernières années.

Photo : MPO, Martin Lussier

présentation et discussion entre les partenaires du projet. L'objectif est d'intégrer les connaissances scientifiques et le savoir autochtone et d'évaluer les changements observés dans les jardins de palourdes de l'archipel Broughton, qui sont à la base de la culture et de la structure socioéconomique des Premières nations de l'archipel.

La Région des lacs expérimentaux célèbre 40 ans de recherche à l'échelle de l'écosystème

Depuis les recherches sur le devenir des polluants dans les écosystèmes aquatiques jusqu'à la détermination des causes de la prolifération des algues et l'étude des dommages provoqués par les pluies acides, la Région des lacs expérimentaux (RLE) du nord-ouest de l'Ontario a fait d'importantes contributions à la recherche sur les écosystèmes dulcicoles. Créé en 1968 par le Fisheries Research Board du Canada, le centre a célébré en 2008 quarante ans d'expérimentation et de recherche sur l'écosystème lacustre.

Maintenant administré conjointement par le MPO et Environnement Canada, le centre a offert aux scientifiques canadiens et d'autres pays la possibilité exceptionnelle de mener des recherches expérimentales à la grandeur de l'écosystème lacustre. Au fil des années, les chercheurs ont entrepris dans la RLE plus de 50 manipulations à l'échelle de l'écosystème pour analyser des problèmes environnementaux allant de l'eutrophisation, l'acidification et la biomanipulation aux contaminants (notamment les radio-isotopes, le cadmium, le mercure et les produits chimiques perturbateurs du système endocrinien), en passant par la création et la gestion de réservoirs hydro-électriques et l'aquaculture en eau douce. Le centre a également accumulé une impressionnante somme de données sur l'hydrologie, la météorologie, la chimie et la biologie aquatique pour les lacs de son territoire demeurés intacts. Ces données sont d'une importance incalculable pour évaluer les changements à long terme, dans les lacs d'eau douce, liés au climat et à

Photo : MPO, Corey Morris

Photo : MPO, Dan Porter

À gauche : M. Gregory muni d'un caméscope filme l'habitat du plancher océanique (varech sur fond de galets) près de Marystown, à Terre-Neuve. À droite : Corey Morris examine les anémones de mer parmi les blocs d'un brise-lames près de Bauline, à Terre-Neuve.

M. Denis Lefaivre, chercheur scientifique et gestionnaire, Modélisation numérique de la Section Océanographie opérationnelle du Service hydrographique du Canada (région du Québec), a joué un rôle déterminant dans l'élaboration et la mise en œuvre du Système canadien de prévision couplée atmosphère-océan-glace.

Photo: MPO, F. Foulkes

d'autres facteurs environnementaux. En novembre 2009, un numéro spécial du *Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques* (vol. 66, n° 11) a été consacré aux recherches récentes dans la RLE.

SURVEILLANCE

Un système de pointe pour la prévision atmosphérique, océanique et de l'état des glaces

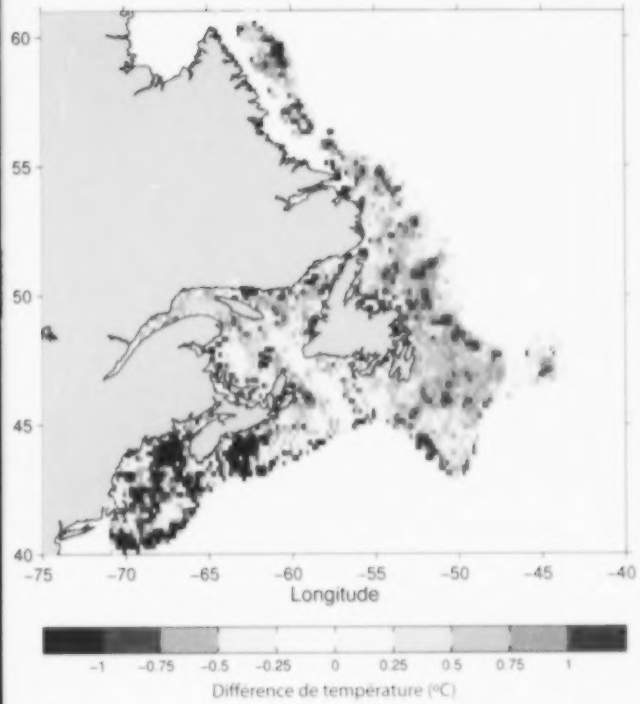
Le Système canadien de prévision couplée atmosphère-océan-glace a été instauré dans le but d'améliorer les prévisions atmosphériques, océaniques et de l'état des glaces dans le golfe du Saint-Laurent. Ce système unique au monde est le fruit d'une collaboration entre Pêches et Océans Canada (Service hydrographique du Canada) et Environnement Canada (Service canadien des glaces). Il fait partie du Réseau opérationnel canadien de systèmes couplés de prévision environnementale (CONCEPTS). À l'aide de ce programme, il est possible d'élaborer des versions à l'échelle d'un bassin (soit Atlantique et Pacifique) et à l'échelle globale du modèle couplé atmosphère-océan-glace.

De 1997 à 2008, le modèle atmosphérique d'Environnement Canada utilisait une valeur moyenne de la température océanique et de la couverture de glace pour calculer une prévision atmosphérique quotidienne. À son tour, Pêches et Océans Canada se servait de cette prévision atmosphérique pour calculer la prévision de courants et de glace pour le golfe du Saint-Laurent. Maintenant, le couplage permet un échange de données pendant les calculs, améliorant ainsi les prévisions des trois modèles. Le couplage est particulièrement utile pour mieux prévoir la formation et l'emplacement des rafales de neige durant l'hiver dans le golfe. Il est également efficace en été parce qu'il assure une meilleure représentation des températures à la surface de l'eau et du flux d'humidité, ce qui permet une prévision plus exacte des températures de l'air et des précipitations.

Les avantages de ce système sont déjà manifestes. La Garde côtière canadienne utilise les prévisions océaniques et l'information sur l'état des glaces pour planifier les routes de navigation maritime. Des pêcheurs dans le golfe se servent des prévisions de courants océaniques pour mieux savoir comment tendre leurs filets. Par ailleurs, le modèle de prévision couplée a eu des effets bénéfiques sur la planification des missions de recherche et de sauvetage et d'interventions environnementales lors de déversements d'hydrocarbure dans le golfe du Saint-Laurent. Les prévisions océaniques sont affichées sur le site : **http://ogsl.ca/fr.html**.

Trois décennies de données sur les pêches révèlent une évolution de la répartition du poisson liée aux variations climatiques

Les dernières études de M. Brian Petrie, de l'Institut océanographique de Bedford, et des scientifiques de l'Université Queen's révèlent que la distribution du poisson correspond de façon spectaculaire à l'indice d'oscillation nord-atlantique (ONA), c'est-à-dire la courbe de l'évolution chronologique de la pression atmosphérique sur l'océan Atlantique Nord, à grande échelle. Les résultats sont fondés sur l'analyse des données sur les pêches recueillies pendant 31 ans par le MPO et le U.S. National Marine Fisheries Service, du Labrador jusqu'au cap Hatteras sur la côte de la Caroline du Nord.



Une image numérique de la côte Est révèle des écarts de température allant jusqu'à 2 °C du nord au sud au cours d'une longue phase négative de l'indice d'oscillation nord-atlantique (ONA), variation à grande échelle de la pression atmosphérique sur l'océan Atlantique Nord. Un indice d'ONA négatif, caractérisé par une faible zone de haute pression subtropicale et une faible zone de basse pression d'Islande, provoque des températures supérieures à la normale (zones en rouge) dans le nord et inférieures à la normale (zones en bleu) dans le sud, qui influencent la distribution nord-sud du poisson.

Photo : MPO, Brian Petrie

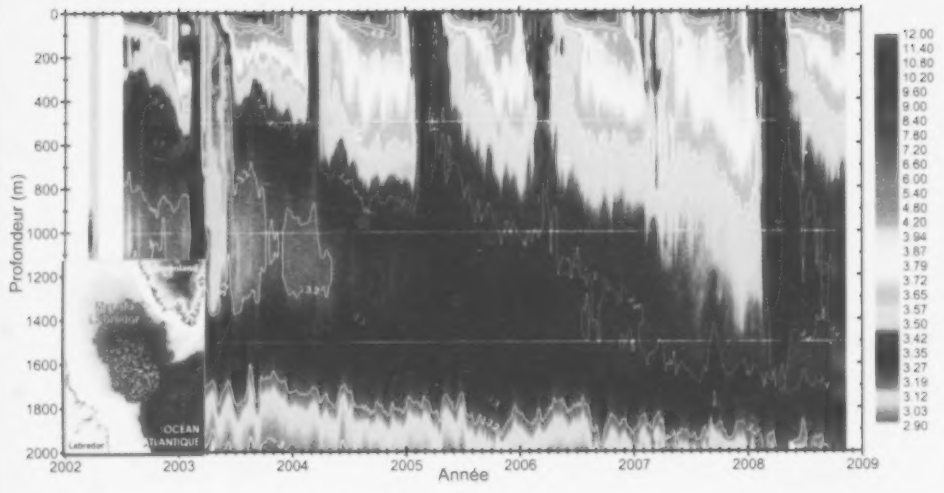
L'ONA influence fortement la météorologie et le climat dans l'Atlantique Nord. Les variations dans le gradient de pression ont une incidence sur les vents et la trajectoire des tempêtes, qui modifient les températures de l'air et de l'eau à la surface de l'océan. Elles provoquent également des changements dans les températures du fond du plateau océanique qui entraînent des déplacements nord-sud des espèces de poisson. Les températures de fond au même endroit au cours des phases positives ou négatives d'ONA révèlent des écarts pouvant atteindre 2 °C.

Un indice d'ONA négatif – caractérisé par une faible zone de haute pression subtropicale et une faible zone de basse pression d'Islande – conduit à des températures plus élevées et un nombre accru d'espèces dans le nord, et à des températures plus basses et à moins d'espèces dans le sud. Par comparaison, un indice d'ONA positif – caractérisé par une zone de haute pression subtropicale plus forte qu'habituellement et une zone de basse pression d'Islande plus prononcée que la normale – conduit à des températures plus basses et à moins d'espèces dans le nord, à un climat plus chaud et à plus d'espèces dans le sud. La plus petite différence annuelle dans le nombre d'espèces entre le nord et le sud a été de 27 au cours d'une phase d'indice d'ONA négatif, tandis que la plus grande a été de 70 espèces au cours d'une phase d'indice d'ONA positif, soit une amplitude de 43 espèces. Il s'agit d'une réponse très prononcée aux forces atmosphériques dominantes de l'ONA. Les modèles informatiques prédisent que de plus hauts niveaux de gaz à effet de serre atmosphériques renforceraient la tendance de l'ONA et les températures plus basses, ce qui réduirait le nombre d'espèces de poisson dans le nord. Cet élément ferait contrepoids au déplacement vers le nord des espèces de poisson en réaction au réchauffement planétaire. Une surveillance soutenue de l'environnement et des pêches s'impose pour déterminer quelle est l'influence dominante et comment il y a lieu d'ajuster les niveaux de pêche et les stratégies de façon appropriée.

Les flotteurs dérivants Argo favorisent la surveillance dans la mer du Labrador

Le Programme international Argo compte désormais plus de 3 200 flotteurs dérivants sous-marins dans les océans de la planète, qui transmettent par satellite les profils de température et de salinité depuis la surface jusqu'à 2 000 mètres de profondeur. M. Igor Yashayaev et ses collègues de l'Institut océanographique de Bedford utilisent les observations des flotteurs pour compléter les relevés annuels des navires de recherche en mer du Labrador pour le programme de surveillance du climat océanique et de l'écosystème relevant du MPO.

Les profils des flotteurs dérivants comblent un écart temporel essentiel dans les observations à bord des navires en fournissant des renseignements tout au long de l'année sur la structure verticale de la température à faible profondeur, la salinité et la stratification. Les flotteurs jouent donc un rôle important, compte tenu de la forte variation saisonnière des propriétés de l'eau dans les couches supérieures de l'océan et plus particulièrement dans la mer du Labrador, comme l'indique le graphique temps-profondeur de la température à cet endroit depuis 2002. Un fort refroidissement de l'atmosphère de la région en hiver se traduit par un brassage convectif (mélange) des



Évolution saisonnière et interannuelle des températures éventuelles (code couleur en °C) en fonction de la profondeur de l'eau dans la mer du Labrador, d'après les observations provenant des flotteurs Argo (emplacements sur la carte en médaillon). Les fortes variations saisonnières dans la zone à mi-profondeur de l'océan, qui sont importantes pour la dynamique du climat et de l'écosystème n'avaient pas été détectées au préalable par les relevés annuels à bord des navires.

Photo : Igor Yashayaev, Secteur des sciences du MPO, Maritimes

eaux de la partie supérieure de l'océan à des profondeurs variant de 500 à 2 400 mètres ou plus (zones en mauve et en bleu foncé sur le graphique généré par ordinateur) et la formation d'une masse d'eau importante à mi-profondeur appelée « eau de la mer du Labrador ». Cette eau se répand par la suite dans l'océan Atlantique Nord et fait partie de ce qu'on appelle « le grand tapis roulant océanique – circulation nord-sud – de masses d'eau d'orientation ayant un effet régulateur sur le climat de la Terre.

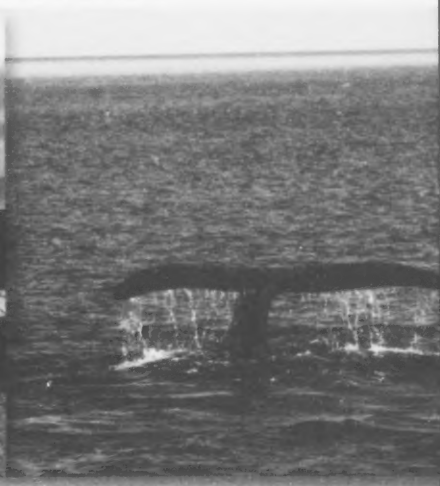
Les observations d'Argo nous indiquent que le brassage vertical s'est produit à une profondeur de 1 600 mètres au cours de l'hiver de 2008, ce qui réactive cet élément du grand tapis roulant. Il s'agit de la plus grande profondeur depuis celle de 2 400 mètres enregistrée en 1994. Cela indique que le tapis roulant océanique dans l'Atlantique Nord est encore très actif et représente un mécanisme important de transfert de la chaleur atmosphérique et du dioxyde de carbone dans les profondeurs océaniques et, par conséquent, qu'il modère les changements climatiques et le réchauffement planétaire. Pour en apprendre davantage, consultez le site **www.meds-sdmm.dfo-mpo.gc.ca/isdm-gdsi/argo/index-fra.html**.

La recherche sur l'écosystème sonde le réseau trophique inférieur dans la mer de Beaufort

Depuis plusieurs années, les scientifiques du MPO recueillent des données sur les éléments physiques, chimiques et biologiques de la zone côtière de la mer de Beaufort à bord du NGCC *Nahidik*. Ce programme de recherche vise à comprendre le mode de fonctionnement actuel de l'écosystème de la mer de Beaufort en prévision de l'exploitation future de ressources énergétiques et compte tenu des facteurs de stress continu du milieu.

Photo : Cathy Munroe

Photo : MPO, Andreas Blouw



Les filets Bongo sont prêts à être déployés à bord du NGCC *Nahidik* dans la mer de Beaufort (à gauche), où les scientifiques du MPO recueillent des données physiques, chimiques et biologiques sur le réseau trophique inférieur, en s'attachant notamment à déterminer les caractéristiques particulières des aires d'alimentation des baleines boréales. On a recours à des filets Bongo pour recueillir le zooplancton, des larves de poisson et d'autres matériaux biologiques de façon à ce que les chercheurs puissent évaluer la quantité de plancton présente dans certaines régions.

L'évaluation de la biodiversité de l'Arctique englobe la biodiversité à tous les niveaux, depuis les ours polaires et les phoques jusqu'à plus d'un millier d'organismes microscopiques. Certaines de ces espèces, comme le phytoplancton, vivent dans la colonne d'eau. D'autres vivent dans la glace de mer. Cette photo montre les diatomées (micro-algues monocellulaires) découvertes dans la glace de rive de la baie de Franklin en mer de Beaufort. La grande cellule correspond à *Entomoneis gigantea* var. *septentrionalis*. On aperçoit à gauche une colonie en formation de *Nitzschia frigida*. Cette espèce a une distribution dans tout l'Arctique et on la trouve en abondance au printemps.

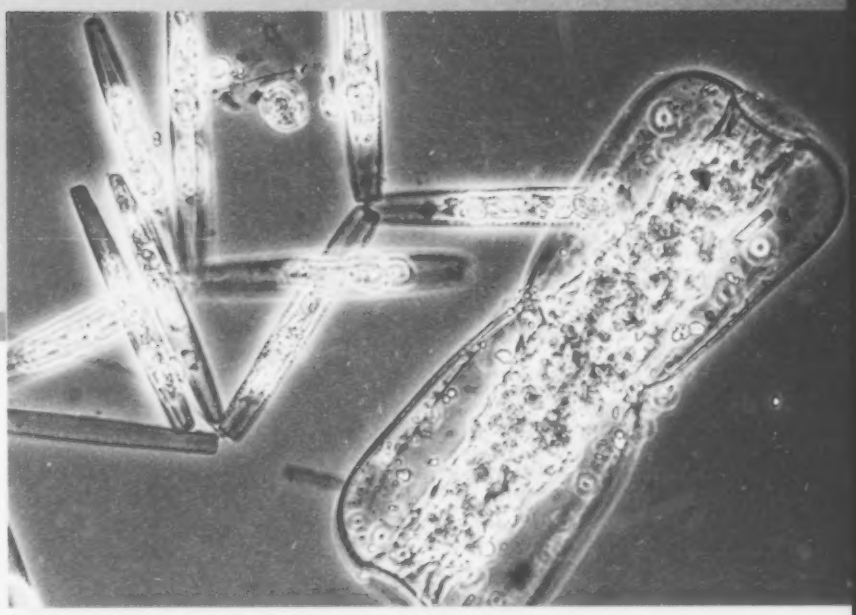


Photo : M. Michel Poulin, Musée canadien de la nature

L'un des principaux objectifs de la saison 2008 de relevés sur le terrain était de déterminer les caractéristiques uniques des aires d'alimentation des baleines boréales et de comprendre ce qui stimule la production du réseau trophique de l'espèce au nord du cap Bathurst. Ces connaissances seront utilisées pour fournir des avis concernant les routes de transport et les activités d'exploitation des ressources dans la région de façon à réduire les impacts. Les baleines boréales présentes dans cette région, au nombre d'environ 10 400 en 2001, figurent sur la liste des « espèces préoccupantes » établie par le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada.

Une équipe de chercheurs des différents instituts du MPO, à savoir l'Institut des eaux douces de Winnipeg, au Manitoba, l'Institut des sciences de la mer de Sidney, en Colombie-Britannique, le bureau de Yellowknife dans les Territoires du Nord-Ouest, et des chercheurs de l'Institut d'océanologie de Pologne et du Musée canadien de la nature ont recueilli des données sur la chimie de l'eau et des sédiments ainsi que sur la distribution et la biomasse du phytoplancton, du zooplancton et des invertébrés benthiques. Ils ont découvert que les diatomées centriques hypercaloriques et à forte concentration de lipides et les protozoaires constituent les principales composantes de la biomasse de phytoplancton dans les aires d'alimentation des baleines boréales. Des concentrations élevées de ce type de phytoplancton n'ont été décelées nulle part ailleurs dans la région.

Comme les changements environnementaux auront vraisemblablement des répercussions touchant en premier lieu les organismes inférieurs du réseau trophique, l'équipe explore également si les sédiments et la composition en acide gras d'organismes comme les algues, le zooplancton et les invertébrés benthiques constituent des outils d'évaluation rapide aux fins de la surveillance des changements environnementaux.

Le MPO contribue à l'évaluation de la biodiversité de l'Arctique

En 2008-2009, le Secteur des sciences du MPO a assumé un rôle de premier plan dans l'évaluation de la biodiversité de l'Arctique, une initiative internationale très en vue sous la direction du Conseil de l'Arctique ayant pour but d'évaluer la situation et les tendances dans la biodiversité de l'Arctique et d'en faire la synthèse. La participation du MPO est au cœur du mandat du Ministère, qui consiste à assurer le développement durable dans le Nord compte tenu des risques accrus d'atteinte à la biodiversité de l'Artique essentiellement en raison du réchauffement climatique et de l'exploitation accrue des ressources.

L'évaluation de la biodiversité de l'Arctique donnera lieu à la production du *Arctic Biodiversity Highlights Report* (2010) et du *Arctic Biodiversity Assessment: Status and Trends Report* d'ici 2013. Le Secteur des sciences du MPO est chargé de la rédaction des chapitres sur la diversité des espèces de poisson et des écosystèmes marin et dulcicole dans l'Arctique. Les rapports ont pour but :

- de faire la synthèse de l'état actuel de la biodiversité des écosystèmes de l'Arctique et de mettre en évidence les lacunes dans les connaissances;
- de fournir des données de référence pour la surveillance des changements dans la biodiversité de l'Arctique et pour les évaluations régionales et planétaires;

Photo : MPO

La biologiste Lisa O'Connor et le scientifique Tom Pratt du MPO trient les ciscos à bord d'un remorqueur de pêche sur le Lac Supérieur. En étudiant l'origine évolutive, la diversité, la distribution, l'abondance et les relations taxonomiques de ces poissons, les scientifiques seront en mesure de recenser les populations ayant besoin de protection.

- de déterminer les menaces pesant sur la biodiversité de l'Arctique et de formuler des recommandations pour éclairer les politiques.

Exploration de la diversité du cisco des profondeurs

Comme les eaux douces sont des écosystèmes relativement jeunes (datant habituellement de moins de 10 000 ans), les espèces de poisson dulcicole qu'on y trouve sont endémiques aux lacs et aux cours d'eau canadiens, dans lesquels elles ont évolué. Les espèces les mieux connues sont probablement les épinoches dans certaines îles de la Colombie-Britannique et les ciscos dans les eaux profondes des Grands Lacs et de plusieurs autres lacs du Canada. Le cisco des profondeurs a grandement décliné dans les Grands Lacs au début du XX^{e} siècle, sous la pression de la surpêche et, récemment, des espèces envahissantes. Afin de recenser les populations ayant besoin de protection en vertu de la ***Loi sur les espèces en péril***, les scientifiques du MPO et du ministère des Ressources naturelles de l'Ontario étudient ces espèces pour en apprendre davantage sur la véritable étendue de leur diversité, les relations taxonomiques, leur origine évolutive, leur distribution et leur abondance.

La grande question consiste à déterminer si les différentes formes ont évolué à l'intérieur des lacs au cours des 10 000 dernières années ou si elles ont évolué plus tôt et colonisé les lacs après la dernière période glaciaire. S'ils parviennent à élucider cette question, les scientifiques pourront différencier les populations particulières ayant besoin de protection des populations se rattachant étroitement à des espèces plus communes. En 2008-2009, les chercheurs ont découvert quatre formes morphologiques de ciscos dans deux lacs du parc Algonquin, en Ontario. Les chercheurs étudient également les quatre formes de ciscos restants dans les lacs Supérieur et Nipigon. Dans la région de la baie de Yellowknife du Grand lac des Esclaves, les scientifiques ont capturé à certains endroits de deux à cinq formes morphologiques distinctes. Dans ces lacs, certains ciscos ressemblent étroitement aux espèces en péril, notamment le cisco à mâchoires égales, tandis que d'autres semblent être distincts mais étroitement apparentés à ces espèces.

Une 400^{e} sortie à la station de monitorage de Rimouski : hypoxie et acidification des eaux observées dans le golfe du Saint-Laurent

Pierre Joly, assistant de recherche en océanographie biologique à l'Institut Maurice-Lamontagne, a effectué la 400^{e} mission d'échantillonnage à la station de monitorage de Rimouski au cours de l'été 2008. Des observations récentes à la station ont mis en évidence l'hypoxie (la diminution de la quantité d'oxygène) et l'acidification (la diminution du pH) marquées des eaux profondes de l'estuaire, ce qui menace la santé des organismes et de l'écosystème marins dans le golfe du Saint-Laurent et dans son estuaire. L'échantillonnage permet également de détecter la prolifération d'algues toxiques et d'espèces envahissantes.

Située à 20 kilomètres au large de Rimouski, la station fait partie d'un réseau de stations océanographiques utilisées par les chercheurs pour surveiller l'évolution de cet écosystème, notamment sa biologie (plantes et animaux planctoniques aux plus bas échelons de la chaîne trophique) ainsi que ses caractéristiques physiques et chimiques.

Photo : MPO, Pierre Joly

Claire Bertolone, stagiaire à l'Institut Maurice-Lamontagne, recueille un échantillon de zooplancton – copépodes et autres organismes marins microscopiques – à la station de monitorage de Rimouski.

Les sorties hebdomadaires à la station de Rimouski servent à prélever des échantillons d'eau à des profondeurs allant jusqu'à 320 mètres, à recueillir des données de salinité, de température, d'oxygène et de pH dans la colonne d'eau et à récolter des spécimens de plancton. Les données compilées à long terme sont d'une grande valeur pour les projets de recherche sur les changements climatiques et sur les processus contrôlant la productivité de l'estuaire du Saint-Laurent, notamment ceux à la base de la chaîne alimentaire (phytoplancton et zooplancton).

Le pistage du bar rayé dans la partie méridionale du golfe du Saint-Laurent

En collaboration avec l'Atlantic Salmon Federation, le biologiste Scott Douglas du Centre des pêches du Golfe dirige la recherche pour surveiller les mouvements et le comportement du bar rayé, espèce qui pourrait être en péril dans la partie méridionale du golfe du Saint-Laurent. La recherche, qui a commencé en 2003, nécessite l'implantation de transmetteurs acoustiques de télémétrie sur des bars rayés adultes. Les récepteurs immergés répartis de façon stratégique dans la rivière Miramichi et le long de la côte est du Nouveau-Brunswick captent les signaux des transmetteurs.

En mai 2008, l'équipe a implanté des transmetteurs sur 40 bars rayés adultes pour repérer leur migration côtière d'été et leur habitat d'hiver. Les signaux renvoyés ont révélé que quelques bars avaient migré au sud de l'estuaire de la Miramichi après le frai tandis que la plupart s'étaient déplacés dans le nord pour l'été – certains aussi loin que la côte méridionale du Québec. Au milieu de l'automne, le poisson a changé de direction et a entrepris son voyage de retour vers la rivière Miramichi pour l'hiver. Le pistage des bars rayés sous la glace a révélé que les individus demeuraient groupés pour l'hiver et progressaient lentement vers la partie supérieure de l'estuaire jusqu'à la fonte des glaces. La découverte que le bar rayé se retrouve aux mêmes endroits de l'estuaire de la Miramichi pour hiverner et frayer est digne de mention. Ces résultats continuent de souligner l'importance de l'estuaire de la Miramichi pour le bar rayé dans le nord, élément qu'il faut prendre en compte au moment de l'élaboration de plans d'action pour protéger l'espèce et son habitat.

Photo : MPO, John Hayward

Le technicien Trenton Francis (à droite) du North Shore Micmac District Council Inc. laisse descendre l'hydrophone d'un récepteur de transmetteur acoustique dans un trou dans la glace de la zone nord-ouest de la rivière Miramichi, tandis que le technicien des sciences aquatiques du MPO, Joseph Sheasgreen (à gauche), écoute et enregistre les codes particuliers des transmetteurs implantés sur le bar rayé qui hiverne.

À la fin de l'hiver, les chercheurs se rendent en hélicoptère dans les 90 stations du golfe du Saint-Laurent où ils tournent en vol stationnaire à 25 mètres au-dessus de la surface et font descendre les instruments à l'aide d'un câble (à gauche) pour mesurer la température de l'eau et la salinité. Les données, qui aident à prévoir les conditions océanographiques d'été, sont utiles aux biologistes qui évaluent les stocks de poisson.

Photos : MPO, P. Galbraith

Sonder les eaux hivernales pour évaluer les stocks de poissons

À chaque fin d'hiver, depuis 1996, une équipe dirigée par Peter Galbraith de l'Institut Maurice-Lamontagne du MPO entreprend une mission océanographique héliportée novatrice dans le golfe du Saint-Laurent. Profitant de l'apogée du couvert de glace, l'équipe fait escale, à partir de l'hélicoptère en vol stationnaire, à 90 stations réparties dans le golfe pour mesurer, à l'aide d'une sonde abaissée dans une ouverture dans la glace, la température et la salinité de l'eau jusqu'à 200 mètres de profondeur.

L'analyse de la couche de surface hivernale – une couche formée d'eau dont la température est habituellement près du point de congélation autour de -1,7 °C – aide à anticiper les conditions océanographiques estivales à venir. L'eau de la couche de surface hivernale demeure partiellement isolée au printemps sous les eaux de surface qui se réchauffent pour former la couche intermédiaire froide. Une couche de surface épaisse en hiver se traduit donc par une couche intermédiaire froide plus épaisse en été. La surveillance depuis 14 années a révélé qu'une proportion variant entre 30 et 45 pour cent des eaux du golfe est refroidie près du point de congélation à chaque hiver, avec une incidence correspondante sur l'épaisseur et la température minimum au cœur de la couche intermédiaire froide des étés qui suivent. L'épaisseur de la couche de surface hivernale, qui mesure 75 mètres en moyenne, était sous la normale en 2009, légèrement sous la normale en 2008 et près de la normale en 2007.

Cette information est très utile pour les biologistes qui évaluent les stocks de poissons, puisque le cœur de la couche intermédiaire froide, qui n'excède pas les 2 °C même au plus fort de l'été, constitue pour plusieurs organismes un habitat vital et pour d'autres, un passage obligé. Pour la majorité des espèces pêchées commercialement, le temps de résidence dans la couche intermédiaire froide est une étape cruciale. C'est pourquoi les biologistes et les océanographes attendent avec grand intérêt les données de la mission hivernale à tous les mois de mars, pour découvrir les conditions de la couche intermédiaire froide qui persisteront pour le reste de l'année.

AVIS SCIENTIFIQUES

Le Secrétariat canadien de consultation scientifique coordonne le processus consultatif du Secteur des sciences du MPO en collaboration avec les Centres des avis scientifiques régionaux. Ce réseau de coordination est chargé de faire respecter des normes d'excellence élevées dans la prestation d'information et d'avis scientifiques évalués par les pairs, à l'appui de décisions judicieuses. Au cours de l'exercice 2008-2009, 68 réunions d'examen par les pairs (réunions et ateliers de consultation) ont été tenues et près de 200 publications scientifiques, comprenant des avis scientifiques, des documents de recherche, des comptes rendus et des réponses à des questions scientifiques, ont été produites. Elles abordaient une large gamme de questions, notamment l'évaluation des stocks, les espèces en péril, l'évaluation des écosystèmes, les effets de l'aquaculture, les espèces envahissantes et les aires marines protégées. Plusieurs avis scientifiques

susceptibles d'intéresser le grand public ont été diffusés sur la morue, le saumon, le crabe des neiges, le béluga, le requin, le phoque et d'autres espèces d'intérêt particulier. En outre, le Secrétariat a élaboré un cadre fondé sur le risque qui servira à déterminer la priorité des réunions d'examen par les pairs en vue d'assurer la prestation des avis scientifiques requis. Pour consulter les publications et le calendrier d'activités du Secrétariat, aller à : **www.dfo-mpo.gc.ca/csas/Csas/Home-Accueil_f.htm**.

Parachèvement du Cadre pour la pêche durable

En 2008, le MPO a tenu deux ateliers nationaux et mis sur pied un groupe de travail national chargé d'élaborer un cadre décisionnel pour la pêche de la crevette et de la crevette tachetée au Canada. L'initiative constitue une première étape en vue d'aider ces pêches à mettre en œuvre - l'approche de précaution - et de s'attaquer aux exigences de l'écocertification pour préserver leur accès au marché. Pour en apprendre davantage, consultez *Compte rendu de l'atelier sur l'approche de précaution pour les stocks et pêcheries canadiens de crevette; les 26 et 27 novembre 2008 sur le site* **www.dfo-mpo.gc.ca/CSAS/Csas/Publications/Pro-CR/2008/2008_031_f.htm**

L'approche de précaution constitue un aspect clé du nouveau Cadre pour la pêche durable, et le Secteur des sciences du MPO a joué un rôle de premier plan dans son parachèvement en 2008-2009. Le cadre intègre les politiques actuellement en vigueur sur la gestion, la conservation et l'exploitation durable des pêches, ainsi que sur la gouvernance et les principes économiques, mais comporte également de nouvelles politiques et des politiques à l'étude. Il propose des outils pour surveiller et évaluer les initiatives de conservation et d'exploitation durable de la ressource afin de mettre en évidence les secteurs qui peuvent nécessiter des améliorations. Les principales politiques de conservation et d'exploitation durables sont les suivantes :

- un cadre décisionnel pour les pêches intégrant l'approche de précaution à la gestion de la ressource. Cette approche signifie que, de façon générale, il faut faire preuve de prudence lorsque les données scientifiques sont incertaines, peu fiables ou inadéquates, mais que le manque de données scientifiques adéquates ne saurait être invoqué pour ne pas prendre de mesures visant à éviter un préjudice grave à la ressource ou pour en différer l'adoption;
- une politique pour gérer les répercussions de la pêche sur l'habitat océanique, les communautés et les espèces;
- une politique sur les nouvelles pêches d'espèces fourragères, de façon à faire en sorte qu'elles soient menées par des moyens compatibles avec la conservation et la durabilité de l'ensemble de l'écosystème.

Évaluation de l'état des stocks de morue

En mars 2009, les scientifiques du MPO ont mené à bien une évaluation de l'état de cinq populations de morue gérées par le MPO de façon à élaborer des avis scientifiques. La réunion, qui porte le nom de Processus de consultation scientifique zonale sur la morue franche, constitue une étape d'un processus décisionnel global menant à l'élaboration et à l'adoption de plans de gestion des pêches pour 2009. En fait, il s'agit d'un examen scientifique par les pairs qui s'étale sur deux semaines et inclut l'évaluation de toutes les données pertinentes dont on dispose sur les pêches et la recherche concernant chaque stock, y compris les programmes de surveillance du MPO et de l'industrie, les données des activités de pêche, les intrants directs des utilisateurs de la ressource ainsi que la recherche et la surveillance de l'état de l'océan et des prédateurs et proies de la morue.

L'examen a conclu que quatre des cinq stocks de morue gérés étaient inférieurs au seuil de conservation des stocks, c'est-à-dire le point auquel la capacité de reconstitution d'un stock devient aléatoire. Les stocks évalués sont les suivants :

- Est et nord de Terre-Neuve : Après l'effondrement des pêches, il y a près de 20 ans, ce stock montre des signes d'augmentation de l'abondance dans une partie limitée de la zone historique hauturière, principalement en raison d'une amélioration du taux de survie de la morue, mais il demeure encore bien inférieur aux niveaux historiques de biomasse.
- Sud de Terre-Neuve : Ce stock a décliné de façon notable au large et il est, au mieux, stable dans la zone côtière. Les jeunes morues semblent être relativement abondantes. Ce stock se situe juste au-dessus du seuil de conservation.
- Nord du golfe du Saint-Laurent : Ce stock est encore près de son niveau historique le plus bas et augmente au mieux très lentement. La mortalité pour des causes extérieures à la pêche demeure élevée. Il y a des signes indiquant que les jeunes morues sont assez nombreuses.

Photo : MPO

En utilisant des marqueurs ADN pour différencier les espèces de moules, les scientifiques du MPO aident les mytiliculteurs de Terre-Neuve à découvrir les meilleurs sites pour le prélèvement de naissain et à évaluer la qualité de leurs stocks.

- Sud du golfe du Saint-Laurent : Ce stock est au plus bas niveau jamais observé et en déclin. La mortalité pour des causes extérieures à la pêche est si élevée qu'il existe un risque modéré que le stock continue de décliner, même s'il la pêche est nulle.
- Ouest du Plateau néo-écossais et baie de Fundy : Ce stock est également pratiquement au plus bas niveau jamais observé et la mortalité non liée à la pêche est également très élevée.

Pour en apprendre davantage, consultez le site **www.dfo-mpo.gc.ca/csas/**

Les marqueurs ADN facilitent l'évaluation des stocks de naissain de moule

L'expansion de la mytiliculture à Terre-Neuve est limitée par la quantité et la qualité du naissain. Le recensement de sites permettant de recruter de nouveaux naissains pour l'exploitation commerciale constitue une priorité pour l'industrie. De nombreux stocks de naissain indigène situés le long de la côte terre-neuvienne possèdent des proportions relativement élevées de l'espèce *M. trossulus*, qui a été par le passé une source majeure de problèmes pour l'industrie en raison d'une médiocre croissance, du faible rendement et de l'aspect insatisfaisant de la coquille pour le marché. Avant qu'on puisse recommander des investissements commerciaux dans le nouveau stock de naissain, il est urgent de mener des évaluations du rendement dans un cadre expérimental afin de s'assurer que les stocks sont des stocks de naissain *M. edulis* à haut rendement et non *M. trossulus*.

À cette fin, une équipe de recherche du MPO au Centre des pêches de l'Atlantique Nord-Ouest de St. John's, à Terre-Neuve, utilise deux marqueurs ADN (Me16-16 et ITS) pour différencier les deux espèces. Cette méthode a permis à l'équipe, dirigée par le chercheur Randy Penney, du MPO, de déterminer le ratio de chaque espèce dans plusieurs stocks de naissain et d'identifier rapidement et avec exactitude le stock de naissain à haut rendement pour le recrutement. Des essais sont également menés pour connaître le rendement des stocks lorsqu'ils sont transférés dans de nouveaux sites et pour déterminer s'il s'agit d'une option viable pour les mytiliculteurs. Les premiers résultats de cette recherche financée par le Programme coopératif de recherche et développement en aquaculture ont été présentés aux mytiliculteurs en mars 2009. La technique est maintenant utilisée pour aider les mytiliculteurs de Terre-Neuve à évaluer la qualité de leurs stocks et à découvrir les meilleurs sites pour le prélèvement de naissain.

Recherche sur la réglementation visant les interactions écosystémiques avec la conchyliculture

Le Programme de recherche sur la réglementation de l'aquaculture (PRRA) vise à accroître les connaissances scientifiques et à appuyer des décisions éclairées en matière de réglementation fédérale de l'aquaculture, notamment à l'appui des engagements relatifs à la gestion écosystémique. La recherche réglementaire sur la conchyliculture dans la région des Maritimes du MPO englobe l'enrichissement des connaissances, des outils prévisionnels, des stratégies de surveillance et des indicateurs des effets écologiques de la mytiliculture à l'échelle locale et de la baie. Le but est de réduire le plus possible les problèmes sociaux et environnementaux associés à la mytiliculture tout en permettant à l'industrie de demeurer économiquement viable.

En 2008, un projet de recherche mené dans l'une des entreprises de mytiliculture les plus importantes, sous la direction de M. Peter Cranford de l'Institut océanographique de Bedford, a testé l'efficacité des prévisions des répercussions environnementales pour le site et du programme de surveillance en cours. Les résultats serviront à recommander des améliorations aux protocoles d'évaluation des sites de mytiliculture.

Comme l'étendue et l'ampleur des interactions écologiques avec la mytiliculture sont toujours spécifiques au lieu, les études portant sur plusieurs sites améliorent notre capacité de prévoir et d'évaluer les répercussions. Des collaborations nationales et internationales contribuent au développement du savoir-faire et d'approches de gestion des élevages. En 2008-2009, M. Cranford a également participé activement à une recherche internationale en vue d'améliorer l'aquaculture et les normes de certification.

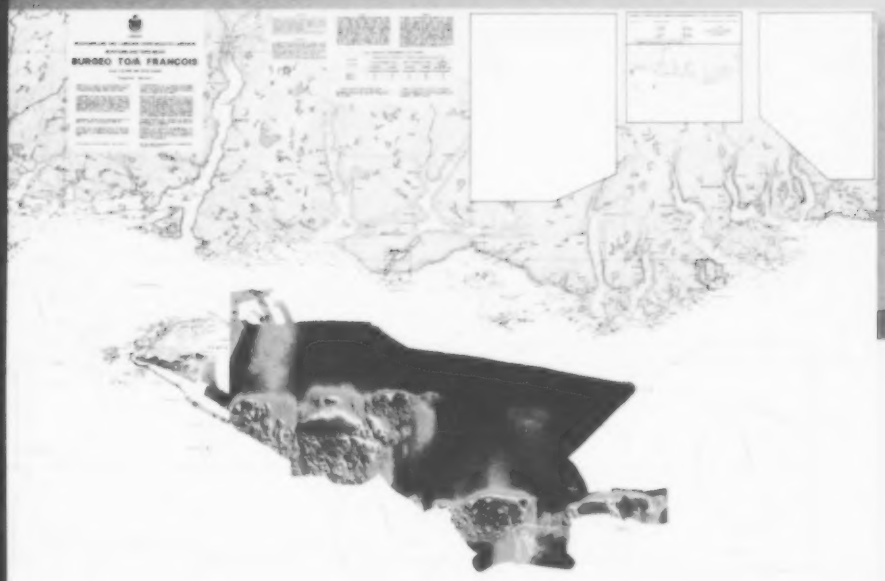
Un puits d'expertise en systèmes aquicoles

La salle des bassins de l'Institut Maurice-Lamontagne du MPO est une installation à la fine pointe de la technologie qui permet de mener en laboratoire des études expérimentales à grande échelle avec des organismes vivants récoltés en mer et conservés dans des bassins d'eau de mer.

De nombreux groupes, partenaires et consultants s'inspirent de cette salle pour développer leurs propres équipements de recherche ou pour créer des expositions et des activités éducatives uniques sur les sciences marines. L'équipe responsable du système aquicole, dirigée par Bernard Chenard, a réalisé, entre autres, la conception de base d'un aquarium en forme de bateau installé en 2009 à la Station exploratoire du Saint-Laurent à Rivière-du-Loup, au Québec. Les scientifiques sont régulièrement consultés par des organismes tels que l'Aquarium du Québec, l'Institut des sciences de la mer de Rimouski et des centres de recherche gouvernementaux pour la construction et la mise au point d'installations utilisant l'eau de mer. Les échanges portent sur les systèmes sophistiqués d'échangeur thermique ou de refroidissement, les matériaux résistants à l'eau de mer, la tuyauterie et les caractéristiques mécaniques et techniques, ainsi qu'une multitude de nouvelles techniques dans le domaine aquicole.

Photo: F. Tremblay

La salle des bassins de l'Institut Maurice-Lamontagne permet de mener en laboratoire des études expérimentales à grande échelle.



Une étude de 18 jours portant sur 500 kilomètres carrés de fonds marins au large de la côte méridionale de Terre-Neuve a été menée par le Service hydrographique du Canada (SHC) en 2008-2009. On a eu recours à des éco-sondeurs multifaisceaux à bord de navires et de vedettes pour recueillir les données. Les zones colorées de la carte 4826 du SHC représentent la zone de levé, et les couleurs chaudes correspondent aux eaux peu profondes tandis que les couleurs froides représentent les eaux profondes.

Photo : Service hydrographique du Canada, Région de l'Atlantique

Le Service hydrographique du Canada présente toute une gamme d'applications

Depuis 1883, le Service Hydrographique du Canada (SHC) a canalisé ses connaissances approfondies et sa solide expertise afin d'effectuer des levés hydrographiques des fonds marins. Aujourd'hui, le SHC est en mesure d'offrir des vues tridimensionnelles des fonds marins du Canada et des mises à jour en temps réel des niveaux d'eau dans le Saint-Laurent, et plus encore. En 2008, le Service hydrographique du Canada (SHC) a mené des levés d'un océan à l'autre pour recueillir des données en vue de son propre programme de cartographie hydrographique de même que pour les autres ministères et organismes fédéraux, dont Ressources naturelles Canada (RNCan) et la Garde côtière canadienne. Parmi les projets entrepris par le SHC, mentionnons :

- une étude de sept semaines dans l'est de l'Arctique pour recueillir des données afin de mettre à jour les cartes marines pour les ports et les abords de Resolute, d'Arctic Bay et de Nanisivik, le site envisagé pour un port en eau profonde;
- l'achèvement d'un projet de trois ans intitulé Les géosciences à l'appui de la gestion et du développement économique de la baie de Fundy, en collaboration avec RNCan, pour créer des cartes de géologie de surface afin de déterminer le meilleur emplacement pour des génératrices expérimentales utilisant l'énergie marémotrice dans la région du détroit de Minas;
- une étude de 18 jours portant sur environ 500 kilomètres carrés de fonds marins au large de la côte méridionale de Terre-Neuve dans les limites de la carte 4826 du SHC, qui inclut une superficie de 1 300 kilomètres carrés de hauts-fonds non cartographiés, de rochers et d'îles isolés, dont certains sont mal indiqués sur la carte. L'étude aidera à cartographier une route sûre à partir des collectivités terre-neuviennes de Ramea et de François jusqu'aux îles Penguin pour permettre le réapprovisionnement du phare et aider la navigation au cours de missions de recherche et sauvetage;
- une étude menée conjointement par le SHC, RNCan et la société d'ingénierie C-CORE de Terre-Neuve pour cartographier le banc Makkovik au large de la côte du Labrador. Ce secteur pourrait abriter un gisement exploitable de pétrole et de gaz. Le principal but était de cartographier les affouillements d'icebergs étant donné que les icebergs représentent un risque pour les têtes de puits et pour l'infrastructure de tuyauterie sous-marine;
- une étude de 10 jours du détroit d'Honguedo dans le golfe du Saint-Laurent, au sud de l'île d'Anticosti, en collaboration avec la Commission géologique du Canada. Des levés bathymétriques et stratigraphiques ont été réalisés pour le Programme de recherche et développement énergétiques de RNCan afin d'évaluer la stabilité du plancher océanique dans le secteur de la mise en valeur possible de pétrole et de gaz hauturiers.

Le personnel du Service hydrographique du Canada a effectué des levés topographiques et hydrographiques à Pangnirtung, au Nunavut, et dans le détroit de Cumberland pour appuyer la conception et la construction de nouvelles installations portuaires.

Photo : MPO, Terese Herman

Les hydrographes appuient le nouveau projet de port pour petits bateaux à Pangnirtung

Le Service hydrographique du Canada (SHC) a effectué les levés sur le terrain à Pangnirtung, au Nunavut, au cours de 2008. Les données sont utilisées pour élaborer la cartographie de base nécessaire au Programme de ports pour petits bateaux du MPO afin de concevoir et de construire la meilleure infrastructure possible pour la collectivité. Le SHC exploite et administre un réseau national de ports qui offrent des installations sûres et accessibles aux pêcheurs d'espèces commerciales et aux autres utilisateurs.

En juillet 2008, le SHC a déployé deux marégraphes submersibles et deux ampèremètres dans le détroit de Cumberland, puis il est revenu recueillir les données en septembre. Ce relevé lui a fourni des renseignements sur les courants océaniques et lui a permis de confirmer l'amplitude de la marée et d'améliorer l'exactitude des prévisions de marée dans la région.

Le SHC a également effectué des levés topographiques pour compléter la cartographie du Nunavut et les levés hydrographiques de 2003-2004, menant ainsi à bien les levés d'études requis pour le Programme de ports pour petit bateaux.

Activités à l'appui des espèces en péril

À l'appui de la *Loi sur les espèces en péril*, le MPO a tenu en 2008 un atelier national organisé par le Secteur des sciences pour faciliter l'élaboration de lignes directrices visant à interpréter de façon cohérente à l'échelle nationale les termes et concepts relatifs aux évaluations du potentiel de rétablissement et à d'autres activités liées à la *Loi sur les espèces en péril*. Plus de 60 membres du personnel du MPO de toutes les régions du Canada ont assisté à l'atelier, dont les résultats seront publiés dans la série de rapports du Secrétariat canadien de consultation scientifique.

Le Secteur des sciences du MPO a également participé à la préparation de rapports sur l'état des espèces pour le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada. Des réunions d'examen par les pairs ont été tenues pour transférer au Comité les données du MPO sur le sébaste tacheté, le sébaste à bouche jaune, la lampsile fasciolée, la dolly varden (forme nordique), la morue, la grande raie, le saumon de l'Atlantique et le corégone atlantique. Le compte rendu de ces réunions sera affiché dans le site Web du Secrétariat (**www.dfo-mpo.gc.ca/csas/**). Le Secteur des sciences a également participé à l'élaboration de plusieurs politiques du gouvernement du Canada sur les espèces en péril, de même qu'à la formulation de lignes directrices sur l'habitat essentiel, en particulier le recensement de cet habitat.

GESTION DES DONNÉES ET DE L'INFORMATION

La quantité de données océaniques en temps réel a pratiquement doublé

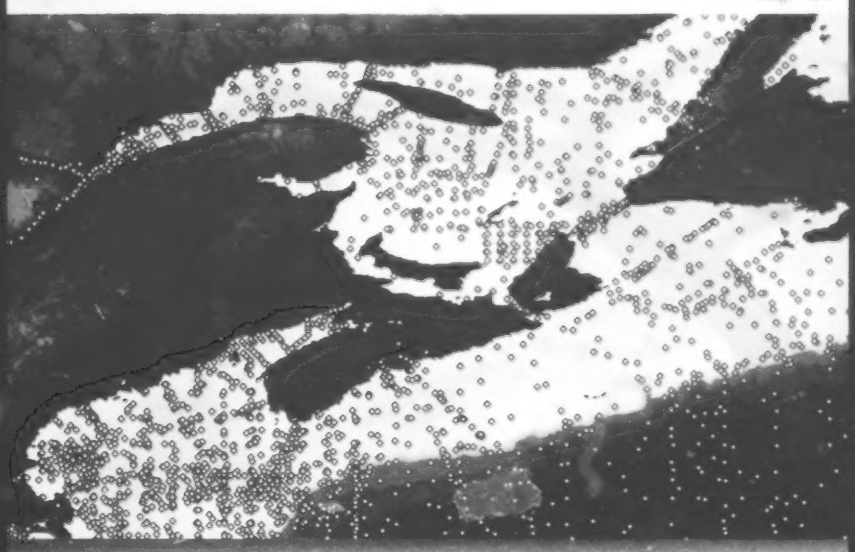
La quantité de données océaniques gérées par la direction de la Gestion des données scientifiques intégrées (GDSI) du Secteur des sciences a continué d'augmenter en 2008-2009. Par exemple, le nombre de profils de température de l'océan transmis en quelques jours de collecte a presque doublé, passant de 18 000 à 32 000. Cette situation est en grande partie attribuable à l'appui soutenu de la communauté internationale au programme mondial des flotteurs dérivants Argo. Outre les données mondiales en temps réel d'Argo dont elle assure la gestion, la GDSI traite et gère les données de quelque 120 profileurs canadiens qui, en 2008-2009, ont transmis environ 3 700 profils indiquant la température et la salinité de l'océan, depuis la surface jusqu'à 2 000 mètres de profondeur.

La GDSI gère les données de programmes du MPO comme le Programme de monitorage de la zone atlantique, BioChem (la base de données sur les échantillons d'eau et de plancton) de même que celles du Programme international des bouées dérivantes. Ce dernier fournit tous les mois près d'un million de relevés de paramètres océaniques comme la température de l'eau et de l'air ainsi que les variations de la pression atmosphérique. Ces données sont utilisées par l'ensemble des services météorologiques nationaux disposant d'une fonction de modélisation atmosphérique pour les prévisions météorologiques à court terme.

La direction coordonne le financement pour l'amélioration des activités de gestion des données du Secteur des sciences du MPO. Ces fonds sont consacrés à une variété d'initiatives, notamment l'élargissement des capacités de gestion des données par l'élaboration de nouvelles capacités d'accès grâce à la technologie des services Web. Des initiatives sont en cours pour sauvegarder les données anciennes en les stockant dans des archives gérées. En 2008-2009, on a mis l'accent sur le traitement des données anciennes de l'Arctique canadien, de façon à disposer d'un contexte historique pour les données de la recherche réalisée dans le cadre de l'Année polaire internationale.

Pour améliorer l'accessibilité des Canadiens à l'information, la GDSI a recours à la technologie de base de données et à des outils modernes de développement de sites Web pour reconstruire ses propres pages Web ou celles d'autres groupes du Secteur des sciences du MPO, notamment le Service hydrographique du Canada et la Promotion stratégique des sciences.

Image : MPO



Le saviez-vous?

ARCHIVES BIOCHEM

Les pointilles sur la carte (à gauche) représentent les emplacements où certaines données sont recueillies pour la base de données BioChem, qui est gérée par la direction de la Gestion des données scientifiques intégrées (GDSI). En janvier 2008, les archives BioChem sont devenues accessibles par Internet à quiconque désire interroger la base de données en expansion (**www.meds-sdmm.dfo-mpo.gc.ca/biochem/Biochem_f.htm**). Au cours de l'année écoulée, la GDSI a également converti nombre de ses archives en un système moderne plus convivial, afin que les autres ministères du gouvernement, les universités, les organismes du secteur privé, les organisations non gouvernementales et le grand public puissent facilement y avoir accès.

Le Service hydrographique du Canada travaille à la conversion des 64 publications d'*Instructions nautiques* (ci-dessous) pour assurer la livraison par impression sur demande. En 2008-2009, le SHC a également introduit huit nouvelles cartes marines électroniques pour les collectivités du Nunavik qui sont indiquées par des points rouges sur la carte (à droite).

Photo : MPO, John Mercuri

PRODUITS DE DONNÉES ET SERVICES

Modernisation de la prestation de produits pour la navigation

Depuis 2007, le Service hydrographique du Canada (SHC) améliore la prestation de données hydrographiques et de produits pour la navigation aux marins et à la communauté scientifique grâce à ses produits numériques et à son programme d'octroi de licences de propriété intellectuelle. En tant que service hydrographique officiel du pays, le SHC a pour mission d'offrir les cartes nautiques les plus fiables possibles pour la navigation en eaux canadiennes. Cela inclut la production et la distribution de cartes en format papier et en deux formats électroniques pour répondre à la fois aux besoins de la navigation de plaisance et de la navigation commerciale. Les améliorations apportées en 2008-2009 sont les suivantes :

- l'introduction de nouveaux CD de cartes de l'Arctique, un pour les cartes marines électroniques – Matricielles en collections CD (BSB*), l'autre pour les cartes marines électroniques – Vectorielles en collections CD (CEN S-57). Les cartes marines électroniques S-57 incluent huit nouveautés pour les collectivités du Nunavik;
- la mise au point d'un système permettant aux usagers inscrits de télécharger les mises à jour, les nouvelles éditions et les nouvelles cartes à partir du site Web du SHC (**www.charts.gc.ca**). Ce service devrait être entièrement mis en œuvre d'ici 2010.

Les données hydrographiques et bathymétriques recueillies par le SHC sont utilisées pour la cartographie, mais aussi par des centaines d'intervenants pour la recherche et des projets en génie ainsi qu'à une variété d'autres fins. En 2008-2009, le SHC a élargi sa clientèle en négociant des accords de licence de propriété intellectuelle avec des entreprises pour ajouter de nouvelles caractéristiques et fonctions aux données et aux cartes qu'il produit. Ces produits ont été redistribués pour être adaptés à des systèmes de cartes électroniques, des cartes de pointage, des dispositifs et systèmes mobiles et des téléphones intelligents comme le iPhone.

Le SHC a également accru le nombre de produits livrés par impression sur demande et entrepris de convertir les 64 publications d'*Instructions nautiques* en vue de ce mode de livraison. Les cartes nautiques et les *Instructions nautiques* livrées par impression sur demande améliorent la sécurité des marins en faisant en sorte que les produits soient imprimés uniquement lorsqu'ils ont été commandés par un distributeur, de façon à ce que les marins reçoivent les changements et les avis les plus récents.

* Le format BSB est le format informatique standard utilisé pour la distribution des cartes nautiques matricielles.

Photo : SHC-MPO

De 2006 à 2009, le Service hydrographique du Canada a refait les levés des eaux entourant Kitimat, en Colombie-Britannique. L'aire des levés effectués en 2009, que l'on voit sur la carte morphographique avec les profondeurs bathymétriques indiquées par des codes de couleur, de 0 mètre (rouge foncé) à 400 mètres (bleu foncé), embrasse l'extrémité nord du chenal Douglas – le principal chenal menant à Kitimat – de même que certains chenaux secondaires, dont les chenaux Devastation, Loretta et Sue, ainsi que le Passage Verney.

Kitimat : De nouvelles cartes facilitent la navigation pour le port de la côte Ouest

Tout changement qui touche le commerce s'accompagne d'un changement dans les besoins relatifs à la navigation. Tel est le cas sur la côte nord de la Colombie-Britannique aux abords de Kitimat. Le trafic maritime dans la région s'est diversifié et l'on rencontre des navires de transport commercial, des traversiers, des navires de croisière, des remorqueurs et des barges, de même que des bateaux de pêche et des bateaux de plaisance. Comme on envisage de doter Kitimat d'un terminal pour les exportations de pétrole et l'importation de condensats, le Service hydrographique du Canada a modernisé sa série de produits nautiques pour le secteur. Pour élaborer 24 nouvelles cartes, le SHC a fait de nouveaux levés dans 95 p. 100 de la région entre 2006 et 2009. À ce jour, le SHC a publié six nouvelles cartes bilingues fondées sur le Système de référence nord-américain de 1983 (NAD 83*), avec des échelles communes et des unités métriques, et 21 cartes marines électroniques pour répondre à la demande.

* L'acronyme NAD83 représente le North American Datum 1983, qui est le système de référence standard des coordonnées géographiques pour la Terre approuvé pour les cartographes des États-Unis, du Canada et de l'Amérique centrale.

Conférence hydrographique Canadienne de 2008

Le Service hydrographique du Canada a appuyé la Canadian Hydrographic Association et l'Association des arpenteurs des terres du Canada en accueillant conjointement la *Conférence hydrographique canadienne de 2008*, qui s'est tenue en mai à Victoria, en Colombie-Britannique. Le thème de la conférence était « Réunir terre et mer ». Plus de 500 délégués et exposants de 16 pays représentant à la fois les arpenteurs de terres et les hydrographes ont assisté à cet événement international. Le débat a été axé sur les nombreux défis et les possibilités qui s'offrent à la profession au XXIe siècle, et a fait la promotion du transfert des idées, des connaissances et de la technologie au sein d'une collectivité géomatique plus vaste.

Promotion stratégique des sciences

À l'appui de la culture scientifique au Canada, le Secteur des sciences du MPO a poursuivi ses efforts pour sensibiliser aux sciences aquatiques en s'adressant à des auditoires clés, notamment les milieux scientifiques et de la recherche au sein des établissements publics et dans la sphère internationale, les universités et le public canadien lui-même. Pour rendre le Secteur des sciences du MPO plus accessible, l'unité de Promotion stratégique des sciences a lancé un annuaire en ligne des scientifiques du MPO. Les histoires en ligne du Secteur des sciences du MPO ont continué à gagner en popularité et sont transmises automatiquement aux abonnés sur une base régulière. Pour soutenir les projets de l'Année polaire internationale du Ministère, l'unité a organisé la *Journée polaire sur les océans et la vie marine*, consacrée à des conférences et à des festivités. L'unité a géré la publication d'une série de documents d'orientation clés pour l'initiative de renouvellement des sciences, en ce qui concerne les priorités de recherche et le passage à une approche scientifique axée sur l'écosystème. L'unité a produit le rapport annuel du Secteur des sciences du MPO et gère des alliances et des partenariats externes entre des organismes fédéraux et provinciaux pour la mise sur pied de conférences et d'expositions scientifiques dans les centres nationaux des sciences, des activités de relations publiques avec des organisations gouvernementales qui contribuent à l'apprentissage des sciences et à l'établissement de programmes d'études en sciences, ainsi que des activités intéressant le personnel, comme les conférences internes et externes sur les sciences.

- Pour s'abonner à des articles et récits scientifiques, voir : **www.dfo-mpo.gc.ca/science/publications/article/index-fra.asp**
- Pour se renseigner sur la *Journée polaire sur les océans et la vie marine*, voir : **www.api-ipy.gc.ca/webcst-fra.html**
- Pour consulter le Répertoire des scientifiques, voir : **www.meds-sdmm.dfo-mpo.gc.ca/sdb-bds/listings-liste.do?lang=fra**
- Pour obtenir des publications, des vidéos et des présentations multimédias accessibles en ligne, voir : **www.dfo-mpo.gc.ca/science/publications/index-fra.htm**

Section 3 | Hommage à l'excellence

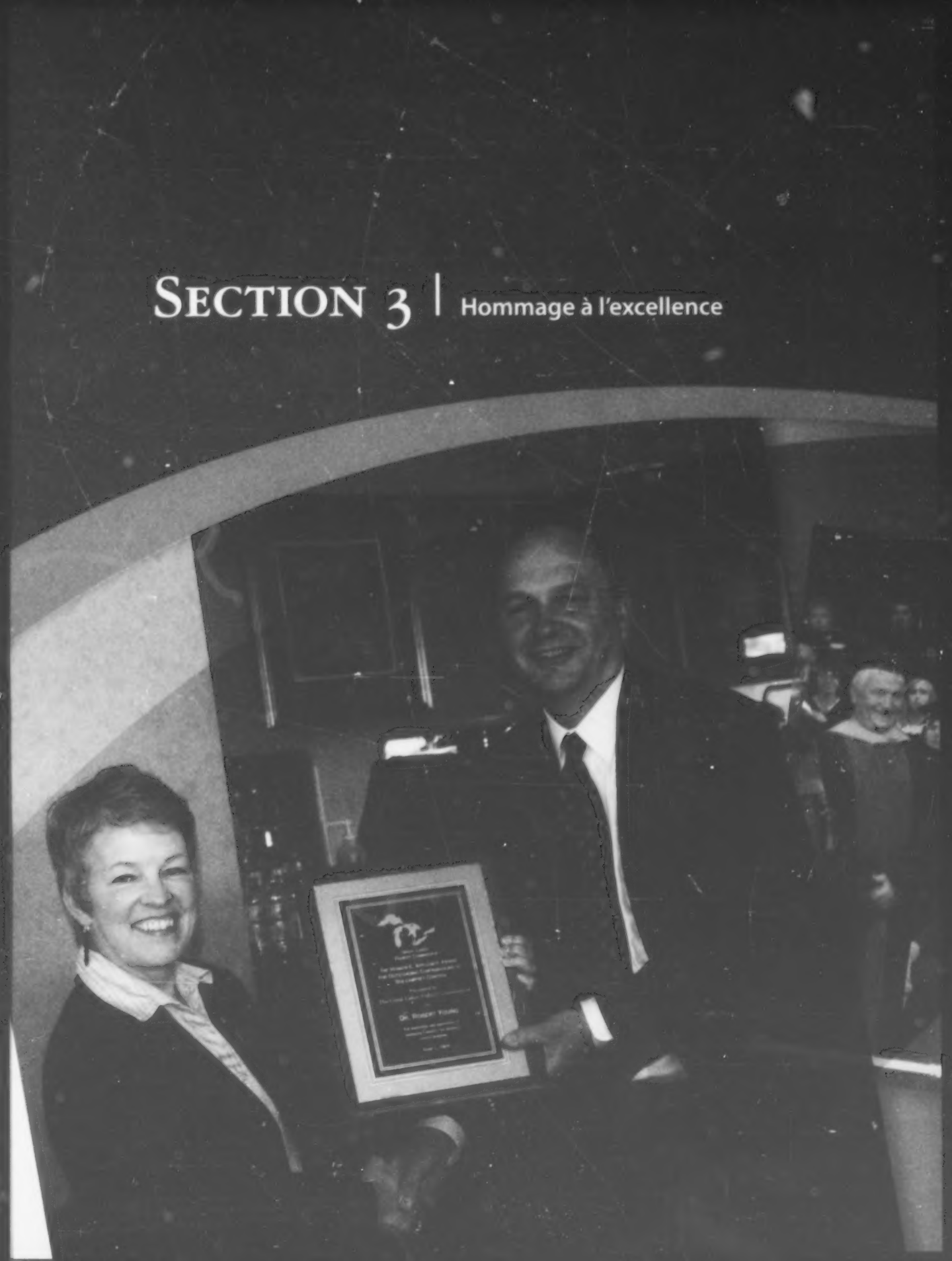


Photo : D. Gordon

M. Donald C. Gordon a reçu la Médaille Timothy R. Parsons 2008 qui souligne l'excellence dans les sciences océanographiques multidisciplinaires.

PRIX ET DISTINCTIONS HONORIFIQUES

Donald C. Gordon, Ph.D. – Médaille Timothy R. Parsons 2008 du MPO

M. Donald C. Gordon, scientifique émérite de la Division de la recherche écosystémique de l'Institut océanographique du Canada, a reçu la Médaille Timothy R. Parsons 2008, qui souligne l'excellence dans les sciences océaniques multidisciplinaires. Au cours de ses 35 ans de carrière au MPO et ensuite à sa retraite, M. Gordon a été l'auteur de plus de 65 publications primaires et de près de 100 rapports et articles de vulgarisation scientifique. Son travail a considérablement influencé la politique et la réglementation gouvernementales en ce qui concerne la protection des ressources océanographiques canadiennes et la gestion axée sur l'écosystème. Il a influé sur l'évaluation et la réglementation de l'exploitation du pétrole et du gaz en mer sur la côte Est du Canada, fourni une base scientifique à la fermeture de pêches pour protéger les récifs coralliens et été le fer de lance de l'intégration du problème de l'habitat dans les plans de gestion des pêches.

Robert James Young, Ph.D. – Prix Vernon Applegate, de la Commission des pêcheries des Grands lacs, pour sa contribution exceptionnelle au contrôle de la lamproie marine

M. Robert Young, de la Division de la recherche aquatique dans l'Arctique, a reçu le Prix Vernon Applegate pour sa contribution exceptionnelle au contrôle de la lamproie marine. Cette distinction lui a été attribuée par la Commission des pêcheries des Grands lacs pour son leadership constructif qui l'a amené à remettre sans cesse en question les techniques conventionnelles de gestion de la lamproie marine et pour sa contribution à la mise en place et au perfectionnement d'objectifs et de méthodes de gestion bien arrêtés pour la lutte contre la lamproie marine dans les Grands lacs. M. Young participe à la gestion de la lamproie marine depuis 1988 et il a été l'un des premiers chercheurs à quantifier les effets de l'assainissement de la rivière St. Mary's sur la production accrue de lamproies marines du réseau. Il a présidé le comité qui a lancé le processus

La sous-ministre adjointe des Sciences, Mme Wendy Watson-Wright, remet le Prix Vernon Applegate à M. Robert Young au nom de la Commission des pêcheries des Grands lacs.

Photo : Heather McDermott

M. Richard Beamish reçoit un doctorat honorifique de l'Université de l'Île de Vancouver.

d'examen des méthodes de lutte contre la lamproie marine utilisées dans les Grands Lacs, ce qui a conduit au perfectionnement des modèles et des méthodes utilisées pour évaluer le succès du programme dans son ensemble.

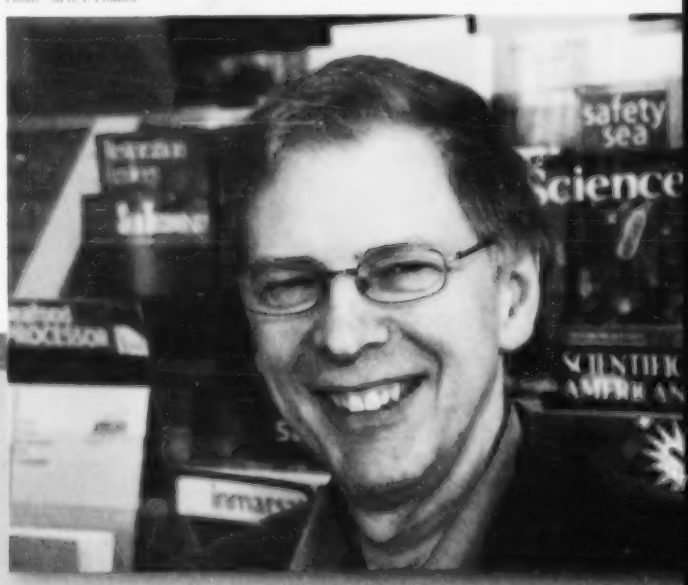
M. Richard Beamish, Ph.D. – Doctorat honorifique en sciences de l'Université de l'île de Vancouver

M. Richard Beamish a reçu un doctorat honorifique en sciences de l'Université de l'île de Vancouver en 2009. En 1969, alors qu'il était étudiant au cycle supérieur, M. Richard Beamish a été le codécouvreur du problème des pluies acides en Amérique du Nord. Il a travaillé en tant que chercheur pendant 36 ans auprès de la Station biologique du Pacifique du MPO et il a publié, seul ou en collaboration, plus de 250 articles et rapports scientifiques pour lesquels il a reçu des prix et des hommages nationaux et internationaux, dont l'Ordre du Canada. M. Bemish représente par ailleurs le Canada dans le cadre de nombreuses commissions et comités internationaux.

M. Denis Lefaivre, Ph.D. – lauréat de la Geoff Howell Citation of Excellence for Innovation 2009 d'Environnement Canada

M. Denis Lefaivre, chercheur scientifique et gestionnaire, Modélisation numérique et Océanographie opérationnelle, pour le Service hydrographique du Canada, région du Québec, a reçu avec 10 autres personnes la Geoff Howell Citation of Excellence for Innovation 2009 d'Environnement Canada. Le ministère a tenu à souligner sa contribution exceptionnelle au développement et à la mise en œuvre du Système canadien de prévision couplée atmosphère-océan-glace, qui a considérablement amélioré l'exactitude des prévisions des conditions atmosphériques océaniques et de glace dans le golfe du Saint-Laurent. Ce système novateur est le fruit d'une collaboration entre le MPO et Environnement Canada.

Photo : MPO, F Poulliot



Prix d'Excellence – Lauréats du Secteur des sciences du MPO

Le Prix d'Excellence, qui rend hommage aux personnes et aux équipes ayant fait une contribution exemplaire au Ministère, est le prix le plus prestigieux décerné par le MPO. Le 12 juin 2009, ce prix a été remis aux employés du Secteur des sciences présentés ci-après.

LAURÉAT	DOMAINE D'EXCELLENCE	RÉGION	MOTIF DU PRIX
Richard Beamish, Ph.D.; James A. Boutillier, Robin Brown, Chrys-Ellen M. Neville et Roger Wysocki	Valeurs et éthique	Régions du Pacifique et de la Capitale nationale	Pour leur contribution à l'équipe chargée de la désignation de l'aire marine protégée du mont sous-marin Bowie. L'équipe a tenu des consultations avec les Premières nations, les collectivités environnantes, le monde universitaire, les organisations environnementales, des groupes de l'industrie et divers pouvoirs publics pour obtenir le consensus sur la désignation. L'aire marine protégée du mont sous-marin Bowie a été officiellement désignée le 19 avril 2008.
C.E. Bourgeois, Keith Clarke, Richard F. Goosney, ing.; John Murray, Curtis J. Pennell et T. Rex Porter	Qualité du service	Région de Terre-Neuve et Labrador	Pour leur contribution à l'équipe de dérivation du MPO visant à protéger les saumoneaux de la rivière Exploits. L'équipe a collaboré avec l'industrie pour réduire la mortalité des saumoneaux au cours de leur migration en les détournant de l'ouvrage de captage de eaux sur la rivière Exploits à Grand Falls et Bishop's Falls, à Terre-Neuve-et-Labrador. L'élaboration et l'installation de matériel de pointe et l'adoption de nouvelles procédures de fonctionnement ont permis d'accroître de 17 p. 100 le taux de survie des saumoneaux au cours des 15 dernières années.
M. John D. Neilson, Ph.D.	Politique et/ou sciences	Région des Maritimes	Pour son dévouement absolu à son travail au MPO et en tant que mentor pour le personnel, ses collègues et les étudiants. Au cours de sa carrière de plus de 25 ans, M. Neilson a approfondi notre connaissance de l'écologie du poisson et a fait progresser la capacité du Canada à gérer ses pêches. Ses recherches, notamment ses études sur le thon rouge et d'autres grandes espèces pélagiques, ont considérablement renforcé le profil de gouvernance international du Canada.

LAURÉAT	DOMAINE D'EXCELLENCE	RÉGION	MOTIF DU PRIX
G. E. (Beth) Piercey	Politique et/ou sciences	Région du Pacifique	Pour l'excellence de son travail sur le terrain en tant que technicienne en recherche s'étant attachée à protéger les eaux canadiennes contre les espèces envahissantes qui trouvent couramment refuge dans l'eau de ballast des navires ou dans les sédiments ramassés en cours de route. Il est parfois difficile voire périlleux de recueillir des échantillons des navires en vue de les analyser, et M^me^ Piercey a fait preuve d'un haut niveau de professionnalisme et de persévérance dans sa mission.
Gayle S. Brown, Ph.D.; Sandy R. A. C. Johnston, Richard E. McNicol, Ph.D.; Charles K. Parken et Frank Quinn	Politique et/ou sciences	Région du Pacifique	Pour leur contribution à l'équipe chargée de renégocier le Traité sur le saumon du Pacifique et l'esprit de collaboration dont ils ont fait preuve dans les négociations avec les États-Unis. En travaillant avec les Premières nations, les groupes de pêcheurs et les organisations environnementales, ils ont élaboré un traité qui est à l'avantage des Canadiens, protège les espèces de saumon du Pacifique et jette les bases d'une pêche plus durable dans l'ouest du Canada.
Louise Gendron	Politique et/ou sciences	Région du Québec	Pour sa contribution à l'équipe de conservation du homard du MPO. Pour rajeunir les stocks de homard dans le golfe du Saint-Laurent, l'équipe a élaboré un plan de conservation détaillé et Louise Gendron a utilisé l'analyse statistique pour montrer aux pêcheurs que le respect du plan conduirait à une augmentation du nombre de homards. Au cours des 12 dernières années, la taille du homard moyen prélevé dans la région a augmenté de 25 p. 100 et la production a doublé.

Le Prix d'Excellence, qui rend hommage aux personnes et aux équipes ayant fait une contribution exemplaire au Ministère, est le prix le plus prestigieux décerné par le MPO. Le 12 juin 2009, ce prix a été remis aux employés du Secteur des sciences présentés ci-après.

LAURÉAT	DOMAINE D'EXCELLENCE	RÉGION	MOTIF DU PRIX
Richard Beamish, Ph.D.; James A. Boutillier, Robin Brown, Chrys-Ellen M. Neville et Roger Wysocki	Valeurs et éthique	Régions du Pacifique et de la Capitale nationale	Pour leur contribution à l'équipe chargée de la désignation de l'aire marine protégée du mont sous-marin Bowie. L'équipe a tenu des consultations avec les Premières nations, les collectivités environnantes, le monde universitaire, les organisations environnementales, des groupes de l'industrie et divers pouvoirs publics pour obtenir le consensus sur la désignation. L'aire marine protégée du mont sous-marin Bowie a été officiellement désignée le 19 avril 2008.
C.E. Bourgeois, Keith Clarke, Richard F. Goosney, ing.; John Murray, Curtis J. Pennell et T. Rex Porter	Qualité du service	Région de Terre-Neuve et Labrador	Pour leur contribution à l'équipe de dérivation du MPO visant à protéger les saumoneaux de la rivière Exploits. L'équipe a collaboré avec l'industrie pour réduire la mortalité des saumoneaux au cours de leur migration en les détournant de l'ouvrage de captage de eaux sur la rivière Exploits à Grand Falls et Bishop's Falls, à Terre-Neuve-et-Labrador. L'élaboration et l'installation de matériel de pointe et l'adoption de nouvelles procédures de fonctionnement ont permis d'accroître de 17 p. 100 le taux de survie des saumoneaux au cours des 15 dernières années.
M. John D. Neilson, Ph.D.	Politique et/ou sciences	Région des Maritimes	Pour son dévouement absolu à son travail au MPO et en tant que mentor pour le personnel, ses collègues et les étudiants. Au cours de sa carrière de plus de 25 ans, M. Neilson a approfondi notre connaissance de l'écologie du poisson et a fait progresser la capacité du Canada à gérer ses pêches. Ses recherches, notamment ses études sur le thon rouge et d'autres grandes espèces pélagiques, ont considérablement renforcé le profil de gouvernance international du Canada.

LAURÉAT	DOMAINE D'EXCELLENCE	RÉGION	MOTIF DU PRIX
G. E. (Beth) Piercey	Politique et/ou sciences	Région du Pacifique	Pour l'excellence de son travail sur le terrain en tant que technicienne en recherche s'étant attachée à protéger les eaux canadiennes contre les espèces envahissantes qui trouvent couramment refuge dans l'eau de ballast des navires ou dans les sédiments ramassés en cours de route. Il est parfois difficile voire périlleux de recueillir des échantillons des navires en vue de les analyser, et M^me^ Piercey a fait preuve d'un haut niveau de professionnalisme et de persévérance dans sa mission.
Gayle S. Brown, Ph.D.; Sandy R. A. C. Johnston, Richard E. McNicol, Ph.D.; Charles K. Parken et Frank Quinn	Politique et/ou sciences	Région du Pacifique	Pour leur contribution à l'équipe chargée de renégocier le Traité sur le saumon du Pacifique et l'esprit de collaboration dont ils ont fait preuve dans les négociations avec les États-Unis. En travaillant avec les Premières nations, les groupes de pêcheurs et les organisations environnementales, ils ont élaboré un traité qui est à l'avantage des Canadiens, protège les espèces de saumon du Pacifique et jette les bases d'une pêche plus durable dans l'ouest du Canada.
Louise Gendron	Politique et/ou sciences	Région du Québec	Pour sa contribution à l'équipe de conservation du homard du MPO. Pour rajeunir les stocks de homard dans le golfe du Saint-Laurent, l'équipe a élaboré un plan de conservation détaillé et Louise Gendron a utilisé l'analyse statistique pour montrer aux pêcheurs que le respect du plan conduirait à une augmentation du nombre de homards. Au cours des 12 dernières années, la taille du homard moyen prélevé dans la région a augmenté de 25 p. 100 et la production a doublé.

LAURÉAT	DOMAINE D'EXCELLENCE	RÉGION	MOTIF DU PRIX
Robert H. Devlin, Ph.D.	Politique et/ou sciences	Région du Pacifique	Pour son travail exceptionnel en tant que chercheur scientifique dans des domaines allant de la structure et de la fonction des gènes à la santé du poisson et à l'écologie comportementale. M. Devlin est une autorité mondiale en matière d'évaluation du risque lié au saumon génétiquement modifié et il est hautement respecté pour son travail sur la physiologie de la fonction reproductive et la génétique des poissons.
J. Steve Macdonald, Ph.D. et Erland MacIsaac	Politique et/ou sciences	Région du Pacifique	Pour leur contribution à l'équipe chargée de la réglementation des zones riveraines. L'équipe a consacré cinq ans au dossier et à la négociation avec le personnel provincial pour assurer la protection adéquate des caractéristiques naturelles, des fonctions et des conditions qui sont nécessaires à la vie du poisson dans les zones riveraines en milieu urbain. Son travail a conduit à la signature d'une entente de coopération intergouvernementale en juin 2008 entre le ministère provincial de l'Environnement, l'Union of B.C. Municipalities et le MPO.
Arthur E. Collin, Ph.D.	Politique et/ou sciences	Région de la Capitale nationale	Pour son leadership et ses initiatives scientifiques et technologiques qui ont renforcé la politique publique et les modes de gestion des entreprises scientifiques du gouvernement.